This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Digitized by Google

3 2044 106 434 020

Digitized by Google

Ueber den

Einfluss der Vegetation

auf die Atmosphäre.

Von

Professor Dr. A. August Vogel, jun.,

ausserordentlichem Mitgliede der königlichen Akademie der Wissenschaften,

und

Dr. W. C. Wilhelm Constantin Wittwer,

Privatdocenten an der Universität München.

Aus den Abhandlungen der k. bayr. Akademie d. W. II. Cl. VI. Bd. II. Abth.

LIBRARY OF THE GRAY HERBARIUM
HARVARD UNIVERSITY

München 1851.

Bi
Y HARVARD UNIVERSITY HERBARIUM.
86
THE GIFT OF
Asa Gray.

Digitized by Google

Digitized by Google

Ueber den

Einfluss der Vegetation

auf die Atmosphäre.

Unter allen Fragen, welche den chemischen Theil der Pflanzenphysiologie betreffen, ist seit geraumer Zeit kaum eine so vielfach und mit so viel Theilnahme bearbeitet worden, als die, ob die Pflanzen auf den Gehalt der Atmosphäre an Sauerstoff und Kohlensäure einen Einfluss ausüben, und wenn sie es thun, von welcher Art derselbe sei.

Es darf uns übrigens die allgemeine Theilnahme, welche diesem Gegenstande widerfuhr, nicht in Erstaunen setzen, wenn wir einen Blick auf die Konsequenzen werfen, die daraus abzuleiten sind.

Es gibt unter den Gegenständen der Naturwissenschaften wohl keinen einzigen, von dem sich behaupten liesse, er stehe für sich allein in der Schöpfung da, sondern alle Erscheinungen, die unsern Sinnen sich darbieten, sind nur die Glieder einer grossen Kette von sich bedingenden Fakten, die zusammen von uns die Natur ge-

Digitized by Google

nannt werden. Doch bei manchem dieser Punkte ist uns der Zusammenhang mit den übrigen Erscheinungen dunkel, während andere uns wieder einen Schlüssel abgeben, der uns grosse Dienste leistet, wenn wir einen Blick auf das Ganze werfen, und einzelne Theile der Kette miteinander verbinden.

Ein solches Bindeglied ist der in Frage stehende Gegenstand, denn es knüpft sich an ihn die Lösung zweier grossen Probleme, die sich uns darbieten; — die Erklärung der Unveränderlichkeit in der Zusammensetzung der Atmosphäre in ihren Hauptbestandtheilen, und die Auffindung der Quelle, aus welcher unsere Pflanzenwelt ihre Nahrung bezieht.

Vermöge des Athmungsprozesses nehmen die Thiere ihr ganzes Leben hindurch beständig einen Theil des Sauerstoffes der Luft auf, und nachdem sie in ihrem Innern denselben mit Kohlenstoff verbunden, athmen sie ihn als Kohlensäure aus. Ebenso wird bei jeder Verbrennung, Vermoderung und einer grossen Menge von andern chemischen Prozessen beständig eine unglaubliche Menge von Sauerstoff gebunden und mit Kohlenstoff vereint als Kohlensäure dem Luftkreise wiedergegeben.

Es muss dadurch offenbar der Gehalt der Luft an Kohlensäure beständig zunehmen, während der Sauerstoffgehalt sich vermindert.

Die Beobachtungen, selbst wenn sie noch so genau angestellt sind, zeigen weder eine Zunahme der Kohlensäure, noch eine Verminderung des Sauerstoffes der Luft, sondern sie sind blos im Stande, ein ganz geringes Schwanken in dem Gehalte an beiden Stoffen nachzuweisen, das sich jedesmal alsbald wieder ausgleicht.

Auf welche Weise geschieht die Reduktion der Kohlensäure?

Digitized by Google

Auf welche Weise geschieht die Wiederherstellung des Sauerstoffes?

Ein nicht minder auffallendes Räthsel bietet auf der andern Seite sich uns dar.

Wenn wir einen Pflanzensamen in eine bestimmte Menge Erde säen, so wird sich daraus ein Gewächs entwickeln, das allmählig an Masse wie an Volumen zunimmt, und welches als einen der vorwaltenden Bestandtheile Kohlenstoff enthält.

Untersuchen wir nach Entfernung der Pflanze die Erde wieder, so finden wir, dass sie an Gewicht wenig oder gar nicht abgenommen habe, obwohl die grosse Pflanze sich daraus entwickelte. Es ist dieses ein Versuch, den bekanntlich schon van Helmont angestellt hat, und dieser glaubte, die Pflanze bilde sich aus dem Wasser, das zur Begiessung der Pflanze verwendet wurde, was ihm als Begründung seiner Ansicht diente, dass das Wasser das Element sei, aus dem alle andern Stoffe sich zu bilden vermögen.

Diese Ansicht erwies sich in späterer Zeit als falsch, und es bot sich nun die Schwierigkeit dar, die Entstehung des Kohlenstoffs der Pflanze zu erklären, da man für die beiden andern Hauptbestandtheile des Pflanzenkörpers nicht lange zu suchen brauchte.

Mit der Entdeckung des Sauerstoffes bot sich auch zugleich ein Auskunftsmittel dar, beide eben angeregte Erscheinungen wie mit einem Schlage zu erklären.

Priestley fand 1771, dass die grünen Theile der Pflanzen die Eigenschaft haben, die durch Athmen verdorbene, d. h. die mit

Digitized by Google

vieler Kohlensäure versehene Luft wieder herzustellen, und glaubte auch dabei zu bemerken, dass sie sogar in dieser Luft noch besser gediehen, als in der gewöhnlichen.

Die weitern Schritte geben sich leicht, und so entstand der Satz, dass durch den Athmungsprozess der Thiere, Verbrennen u. s. w. der Kohlensäuregehalt der Luft vermehrt wird, während die Pflanzen eben diese so gebildete Kohlensäure aufnehmen, sie reduciren, den Kohlenstoff für sich behalten und den Sauerstoff wieder an den Luftkreis abgeben, wodurch sich das alte Verhältniss wiederherstellt. Nach diesen Vorgängen tritt der Kohlenstoff durch Uebergehen von den Pflanzen in die Thiere und von da in die Luft seinen Kreislauf von Neuem an. So einfach und einladend diese Ansicht ist, so kann sie sich doch noch immer keiner allgemeinen Anerkennung erfreuen, da sie sich viel weniger leicht erweisen lässt, als man vermuthen sollte.

Um aber den Punkt, auf den es hier ankommt, in ein etwas klareres Licht setzen zu können, möge es uns vergönnt sein, die Entwicklung der Priestley'schen Lehre und ihren dermaligen Stand in Kürze darzustellen, da es etwas schwer hält, sich aus dem Gewirre der verschiedenen sich oft durchaus widersprechenden Ansichten zurecht zu finden, ohne näher auf die Literatur des in Frage stehenden Artikels, die für sich eine nicht ganz kleine Bibliothek ausmachen würde, einzugehen.

Wie bereits erwähnt, war es Priestley, der zuerst die Beobachtung machte, dass die Pflanzen Kohlensäure aus der Luft aufnehmen und Sauerstoff an sie abgeben, oder um mit ihm zu sprechen, eine phlogistisirte Luft dephlogistisiren, wodurch er nicht nur den Grund zu einer genügenden Beantwortung der oben angeregten 2 Fragen

Digitized by Google

legte, sondern auch durch nähere Untersuchung der Erscheinung auf die Entdeckung des Sauerstoffs geführt wurde. Durch diese folgenreiche Entdeckung erhielt die Chemie eine vollkommen veränderte Gestalt, in welcher sie sich uns jetzt darstellt.

Seine Erklärung des Vorganges bei der Pflanzenernährung wurde alsbald angenommen, und dem glücklichen Entdecker von der k. Gesellschaft der Wissenschaften zu London i. J. 1774 der Preis zuerkannt.

Nicht lange dauerte der ungetheilte Beifall, den die Priestley'sche Entdeckung genoss, denn man fand bald, dass die Sache denn doch nicht so einfach sei, wie er sie hingestellt hatte. Scheele wiederholte an Bohnen die Versuche Priestley's, und fand gerade das Gegentheil von dessen Resultaten; er fand zwar wohl, dass die Pflanzen respirirten, behauptete aber, der Erfolg der Respiration sei der nämliche, wie bei der der Thiere, nämlich die Luft noch mehr zu phlogistisiren. Priestley nahm seine Experimente im Jahre 1778 wieder vor, und war diesesmal so unglücklich darin, dass er bereits gesonnen war, seine ganze Lehre wieder aufzugeben.

Des verlassenen Kindes nahm Jngenhouss sich an,*) und dieser fand bald, wo der Fehler lag, indem er zeigte, dass das Licht bei diesem Prozesse den grössten Einfluss ausübe, dass bei Tage die Luft von ihrem Phlogiston verliere, bei Nacht dagegen daran zunehme.

Auch damit war noch nicht allen Anforderungen Genüge geleistet, denn es reicht offenbar noch nicht hin, zu sagen: bei Tage

---

*) J. Versuche mit Pflanzen. A. d. Engl. übers. von Scherer. Wien 1786.

Digitized by Google

athmen die Pflanzen Sauerstoff aus, und nehmen dafür Kohlensäure auf, bei Nacht dagegen sei es umgekehrt, um zu beweisen, dass die Pflanzen den Sauerstoffgehalt der Atmosphäre erhöhen; es muss hier ganz bestimmt auch nachgewiesen werden, dass der am Tage stattfindende Erfolg über das Ergebniss der nächtlichen Respiration prädominire, wenn eine Verbesserung der Luft durch die Pflanzen angenommen werden soll. Ist das Resultat bei Tage dem der Athmung bei Nacht quantitativ gleich, so werden beide sich aufheben und die ganze Respiration ist so eigentlich umsonst da; ist die letztere grösser als die erstere, so ist der Erfolg sogar ein umgekehrter von dem erwarteten, und die Pflanzen machen die Luft reicher an Kohlensäure, statt dieselbe ihr zu entziehen.

Bei allen derartigen Versuchen ist daher die Quantität der ausgeathmeten Gase auf's entschiedenste zu berücksichtigen, und die Kohlensäure der verwendeten Luft muss abnehmen, wenn die Pflanzen sich von ihr ernähren sollen.

Sehen wir nun, ob und wie diese unumgängliche Bedingung erfüllt wurde.

Die ersten Andeutungen hierüber finden wir bei Hassenfratz, *) welcher zeigte, dass wenn man Pflanzen längere Zeit in derselben Luft eingeschlossen lässt, diese sich nicht wesentlich ändert, und dass daher auch unmöglich die Luft den Kohlenstoff der Pflanzen liefern könne, durch welches Resultat auch der eudiometrische Einfluss der Pflanzenwelt auf die Atmosphäre von selbst wegfällt.

---

*) Annales de chimie 1792 tom. 13 et 14 sur la nutrition des plantes.

Digitized by Google

Angesichts dieser Resultate suchte Hassenfratz den Nahrungsquell der Pflanzen in dem Kohlenstoff des Bodens.

Jngenhouss im Gegensatze zu Hassenfratz suchte die ganze Wirkung in der Respiration und führte diesen Gegenstand auch in einer eigenen Schrift*) aus. Hier weisst er auf die unumstössliche Richtigkeit seiner Ansicht hin, da die Erde bei weitem nicht soviel Kohlenstoff enthalte, als die Pflanzen bedürfen, und ausserdem durch die stärkste Vegetation nicht abnehme. So gut gemeint hier die Absichten Jngenhouss waren, so findet man bei Betrachtung seiner Durchführung derselben bald, dass er seine Theorie nicht nur nicht gefördert hat, sondern sogar das Schwerdt gerade gegen das Heiligthum kehrte, das zu schützen er gesonnen war.

Er macht nämlich darauf aufmerksam, dass alle nicht grünen Theile der Pflanzen *beständig* Kohlensäure ausathmen, dass auch die *grünen* Theile im Finstern dasselbe thun, und schliesst aus dieser Kohlensäurebereitung darauf, dass Kohlensäure das Hauptnahrungsmittel der Pflanze sei.

Die Pflanzen müssen ja dadurch an Kohlenstoff eher ärmer als reicher werden.

Auch die Thiere athmen beständig Kohlensäure aus, ohne dass es je Jemanden eingefallen wäre, desswegen die Kohlensäure unter deren Nahrungsmittel aufzuzählen.

Durch Verwechslung von Nahrungsaufnahme und Nahrungs-

---

*) Ueber die Ernährung der Pflanzen und Fruchtbarkeit des Bodens. Uebers. von Fischer. 1798.

Digitized by Google

bereitung kommt Jngenhouss sogar auf den Schluss, dass die Pflanzen zu ihrer Ernährung das Licht nicht nur nicht bedürfen, sondern dass dieses ihnen sogar daran hinderlich sei.

Wir sehen, dass die Richtigkeit des Satzes: „Die Pflanzen beziehen ihren Kohlenstoff aus der Luft“ durchaus noch nicht erwiesen war und hieraus ist der Ursprung der Ansicht abzuleiten, der Humus sei die Quelle des Kohlenstoffs der Pflanzen, die wir namentlich bei den Botanikern verbreitet finden, während im Gegentheile die Chemiker theils von der Unlöslichkeit des Humus, theils von der offenbaren Unzulänglichkeit desselben überzeugt der erstern Theorie huldigen.

Diese beiden Ansichten: „die Ernährung der Pflanzen durch den Kohlenstoff des Bodens einerseits, die Ernährung der Pflanzen durch die Kohlensäure der Atmosphäre andererseits“, sind es nun, welche allen Arbeiten über den besprochenen Gegenstand, die wir seit Hassenfratz und Jngenhouss besitzen, zu Grunde liegen. Sie ziehen sich wie ein rother Faden durch alle Untersuchungen hindurch, die seit jener Zeit zu Tage gefördert wurden, sie sind auch heutzutage noch die Angelpunkte, um welche sich die Ansichten der Naturforscher in dieser Beziehung drehen.

Sehr grosse Verdienste um unsern Gegenstand erwarb sich Saussure.*)

Seine Resultate sind in Kürze folgende. Werden keimende Samen dem Einflusse des Sauerstoffs ausgesetzt, so verschwindet

---

*) Recherches chimique 5. sur la végétation. Paris 1804.

Digitized by Google

dieser, und es bildet sich dafür eine gleiche Menge Kohlensäure. Das Resultat ist, dass die Samen an Kohlenstoff ärmer werden.

Wenn am Tage die Pflanzen in die Sonne gestellt werden, so athmen die Blätter und überhaupt die grünen Theile Kohlensäure ein, Sauerstoff aus, und Pflanzen, die in destillirtem Wasser an der atmosphärischen Luft leben, erhalten auf solche Weise aus letzterer einen grossen Theil ihres Kohlenstoffs. Ist Kohlensäure in einem gewissen Verhältnisse (bis 12%) mit atmosphärischer Luft gemengt, so begünstigt sie das Wachsen der Pflanze, insoferne diese im Stande ist, die Kohlensäure zu zerlegen, d. h. wenn sie im Lichte steht.

Die Gegenwart, oder vielmehr die Verarbeitung der Kohlensäure ist von der Vegetation der grünen Pflanzentheile im Lichte unzertrennlich; sie sterben, wenn man ihnen in dieser Lage die Kohlensäure entzieht.

Bei Nacht und im Schatten wird Sauerstoff eingeathmet, dieser wird jedoch nicht direct assimilirt, sondern verbindet sich mit einem Theile Kohlenstoff der Pflanze, und entweicht theils als Kohlensäure, theils wird er als solche gebunden, und nur auf diesem Wege ist es den Pflanzen möglich, etwas von dem Sauerstoffe der Atmosphäre aufzunehmen. Die Pflanzen gehen zu Grunde, wenn sie im Dunkeln keinen Sauerstoff einathmen können.

Stickstoff wird nicht für sich eingeathmet, wohl aber etwas davon ausgehaucht, und zwar soviel, als Sauerstoff assimilirt wird, so dass sich die Luft quantitativ gleich bleibt. Die Pflanzen saugen kein Stickgas ein; eben so wenig Wasserstoff.

Die Wurzeln, das Holz und überhaupt die nichtgrünen Theile

Digitized by Google

der Pflanzen haben keine derartige Ein- und Ausathmung, sie nehmen weder direct noch indirect Sauerstoff auf, sondern verwandeln den Sauerstoff, der ihnen allenfalls zugeführt wird, einfach in Kohlensäure, die sie theils ausathmen, theils den Gefässen entlang in die Blätter leiten, wo dieselbe durch das Licht wieder zersetzt wird.

Rücksichtlich der Quantität des eingesogenen Sauerstoffs brauchen die fleischigen Blätter am wenigsten, dann die der Wasserpflanzen und die der immergrünen, worauf die abfallenden folgen.

Stellt man Cactus oder andere Pflanzen mit fleischigen Blättern, nachdem sie einige Zeit in der Sonne waren, ins Finstere, so athmen sie zuerst Sauerstoff ein, ohne Kohlensäure abzugeben, wesswegen die sie umgebende Luft verringert wird und erst, wenn sie damit gesättigt sind, wird der ferner aufgenommene Sauerstoff dazu verwendet, aus der Substanz der Blätter Kohlensäure zu bilden.

Die nichtfleischigen Blätter athmen im Finstern zu gleicher Zeit Sauerstoff ein und Kohlensäure aus.

Die durch das Ausathmen bei Nacht erzeugte Kohlensäure ist quantitativ bedeutender, als der bei Tag abgegebene Sauerstoff, so dass also die Luft im Ganzen durch die Vegetation reicher an Kohlensäure wird.

Kranke Pflanzen athmen Kohlensäure aus, die aus den Bestandtheilen der Pflanze selbst gebildet wurde.

So umfassend die Saussuresche Abhandlung auch ist, so finden wir doch bei genauerer Betrachtung nicht nur, dass die Aufgabe

Digitized by Google

nicht vollständig gelöst ist, sondern auch, dass sie sogar sehr wesentliche Widersprüche enthält.

Saussure sagt (pag. 91) einerseits ausdrücklich, dass die Luft durch die Respiration der Pflanzen kohlensäurereicher werde, und behauptet andererseits (pag. 67) wieder, dass die in destillirtem Wasser an der atmosphärischen Luft lebenden Pflanzen ihren Kohlenstoff grösstentheils aus dieser erhalten.

Man sieht deutlich, dass diese beiden Sätze sich absolut widersprechen.

Was die Pflanzen mit fleischigen Blättern anbelangt, so sagt Saussure, dass sie im Finstern Sauerstoff einathmen, ohne während geraumer Zeit (bei Cactus opuntia 12 Stunden) Kohlensäure zu verlieren.

Gehen wir nun auf die Konsequenzen dieser Saussureschen Beobachtung ein, und nehmen wir an, eine Cactuspflanze habe 12 Stunden lang den Einfluss des Lichtes genossen, so wird sie während 12 Stunden der Nacht Sauerstoff einathmen. Nun folgt nach Verlauf derselben (wenigstens im Vaterlande der Pflanze) sogleich oder in der ungünstigen Jahreszeit doch nach kurzem Zwischenraum der Tag, und die Pflanze nimmt wieder Kohlenstoff auf, ohne die Nacht über davon abgegeben zu haben.

Wir können daher bei unserer Cactus für erwiesen erachten, dass sie aus der Luft mehr Kohlenstoff bezieht, als abgibt.

Betrachten wir nun die nicht fleischigen Pflanzen, so muss es von ihnen gelten, wenn Saussure behauptet, dass sie mehr Koh-

Digitized by Google

lensäure aus- als einathmen, und wir haben hier ein Resultat, das dem vorigen ganz entgegengesetzt ist.

Die Pflanzen mit fleischigen Blättern nehmen also nach Saussure durch die Respiration an Kohlenstoff zu, die andern nehmen ab. Ist das wohl wahrscheinlich? So viele Merkmale auch beide Pflanzengruppen unterscheiden, dürfte doch eine so grosse Verschiedenheit nicht zu erwarten sein.

Auch Woodhouss*) erhielt ähnliche Resultate, wie Saussure. Er sagt: „Bedenkt man, dass die Blätter den Sauerstoff aus der Kohlensäure nur im Sonnenschein ausscheiden, dass ferner jeder noch so kleine Insektenstich einen Theil des Blattes welken macht, dass er dann am Tage sowohl als des Nachts Sauerstoff absorbirt, dass in vielen Ländern im Herbste alle Blätter abfallen, in Gährung und Fäulniss übergehen, und so die Reinheit der Luft vermindern, und dass endlich durch die Blüthen und Früchte der Pflanzen dasselbe geschieht, so sieht man, dass wir berechtigt sind, zu behaupten, dass die Pflanzen der atmosphärischen Luft den Sauerstoff nicht liefern."

So wenig Wahrscheinlichkeit diesemnach die Theorie Priestley's für sich hatte, so führte doch die gänzliche Unmöglichkeit, für den Kohlenstoff der Pflanzen einen Ursprungsort anzugeben, die Naturforscher trotz aller dawidersprechenden Untersuchungen immer und immer wieder auf sie zurück.

---

*) Versuche und Beobachtungen über die Vegetation der Pflanzen, welche darthun, dass die Vegetation im Sonnenlichte die Luft nicht bessert. Gilb. Annal. XIV. 348. 363.

Digitized by Google

War es auch nicht möglich, deren Wahrheit zu beweisen, so suchte man der Erscheinung doch wenigstens auf Umwegen auf die Spur zu kommen, und diesem Streben ist es beizurechnen, wenn Davy *) versuchte, Luft, die mit Kohlensäure versetzt war oder mit Kohlensäure geschwängertes Wasser mit den Pflanzen zusammenzubringen, wobei er allerdings eine Abnahme der Säure bemerkte. Davy machte den Versuchen, aus welchen als Resultat hervorging, dass die Luft durch den Vegetationsprozess reicher an Kohlensäure werde, den Vorwurf, dass man immer mit kranken Pflanzen operire, weil Gewächse, in enge Räume von Luft eingeschlossen, bald ihre Frische verlieren.

Hat Davy auch die Wichtigkeit der Priestley'schen Theorie wahrscheinlich gemacht, so sehen wir doch leicht, dass er sie durchaus nicht nachgewiesen, wenn man bedenkt, dass die Pflanzen wegen des geringen Gehalts der atmosphärischen Luft an Kohlensäure doch ausserordentlich wenig Sauerstoff absorbiren dürfen, wenn dieser nicht das Quantum der aufgenommenen Kohlensäure überschreiten soll.

Im Jahre 1819 machte Grischow **) seine Versuche bekannt, deren Resultat ein negirendes war. Er bediente sich zwar meist abgeschnittener also sicherlich kranker Pflanzen, und fand, dass bei ihnen die Kohlensäureausmathmung immer grösser ist, als bei gesunden Pflanzen, doch geben ihm auch seine Versuche mit vollkommen gesunden Gewächsen keine Zunahme des Sauerstoffes, den Fall

---

*) Elemente der Agriculturchemie. A. d. Engl. von F. Wolff. Berlin 1814.

**) Physicalisch-chemische Untersuchungen über die Athmungen der Gewächse und deren Einfluss auf die gemeine Luft.

Digitized by Google

ausgenommen, dass er eine Luft verwendete, die reicher an Kohlensäure war, als die atmosphärische.

Etwas weiter wurde die Theorie ausgebildet durch Decandolle*), der den Satz aufstellte, dass die Pflanzen nicht nur im Sonnenlichte, sondern auch im Schatten Sauerstoff entwickeln, wenn dieses auch mit geringerer Energie geschehe, und durch Berzelius**), der auf die grosse Differenz zwischen der Tag- und Nachtlänge während der Dauer der Vegetation hinwies, und es ebendavon abhängig machte, dass die Vegetation im hohen Norden in wenig Wochen dieselben Fortschritte zeigt, als in südlichen Ländern in einer viel längern Frist. Er sagt: „Je länger die Pflanzen den Einfluss des Lichtes geniessen, um so mehr Kohlenstoff nehmen sie auf, und je kürzer die Nacht ist, desto weniger Kohlenstoff geben sie während der dunkeln Zeit wieder an die Luft zurück, um so schneller geht die Vegetation vor sich.

Desshalb gehen alle Prozesse des Pflanzenlebens im Norden mit einer Schnelligkeit vor sich, die man in wärmern Ländern, wo die Länge des Tages die der Nacht wenig übertrifft, nicht kennt. Bei der nördlichen Mitternachtsonne durchläuft das Pflanzenleben in 6 Wochen dieselben Perioden, wozu es im schönen Italien 4 bis 5 Monate bedarf.“

Auch Liebig***) spricht sich auf's entschiedenste für Priestley's Theorie aus.

---

*) Physiologie végétale Paris 1832. I. 133.

**) Lehrb. der Chemie. 1837 VI. 89.

***) Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie.

Digitized by Google

Die innere Wahrheit derselben konnte unmöglich seinem Scharfsinne entgehen, und der Anblick der Erscheinungen der Natur überzeugte ihn bald, dass trotz der das Gegentheil angebenden Versuche nur diese Ansicht die richtige sein könne, wesshalb er sie in seinen Schriften in Schutz nimmt, so sehr auch Andere, welche die Meinung vertheidigen, dass der Humus den Pflanzen den Kohlenstoff liefere, ihn bekämpfen.

Keiner von allen bisherigen Versuchen über die Pflanzenrespiration hat dargethan,

a) dass die Blätter der Pflanzen wirklich die Kohlensäure der Luft zerlegen, und sich den Kohlenstoff derselben zueignen, denn alle waren mit künstlicher (kohlensäurereicher) Atmosphäre angestellt, oder hatten das entgegengesetzte Resultat,

b) dass die Quantität der eingeathmeten Kohlensäure wirklich grösser sei, als die der ausgeathmeten, dass also wirklich die Luft durch den Vegetationsprozess an Kohlensäure verliere.

Unsere Frage ist immer noch schwebend, und ihre directe Lösung ist nur durch Aufklärung der ebengenannten beiden Puncte denkbar.

Das erstere Problem löste Boussingault.*)

Bereits Woodhouse, ja sogar schon Priestley haben darauf aufmerksam gemacht, dass das Welken der Pflanzen alsbald ein fal-

*) Landwirthschaft. I. 45.

Digitized by Google

sches Resultat zur Folge habe. Obwohl auch alle Nachfolger dieser Naturforscher dieselbe Bemerkung machten, so verdanken wir doch erst Boussingault einen fehlerfreien Versuch.

Ein Ballon von 15 Liter Inhalt war mit 3 Oeffnungen versehen und eine in voller Frische stehende Weinrebe durch die untere Oeffnung eingeführt, und zwar mittelst einer Kautschoukröhre genau befestigt. Die Weinrebe hatte 20 Blätter. Durch den obern Röhrenansatz ging eine dünne Röhre, um das Innere des Ballons mit der äussern Luft in Verbindung zu setzen. Die seitliche Röhre stand mittelst einer eingeführten Röhre mit einem besondern Apparate in Verbindung, um den Kohlensäuregehalt der Luft aufs Genaueste zu bestimmen. Die Luft ging, ehe sie in den zuletzt genannten Apparat kam, durch den Ballon, in welchem der Zweig enthalten war. Die Schnelligkeit der Luft betrug, nach dem Ausflusse eines mit Wasser gefüllten Aspirators bestimmt, 15 Liter in einer Stunde. Die Blätter wurden dem Lichte ausgesetzt, und der Versuch dauerte von 11—3 Uhr. Bei dem einen Versuche fand sich, nachdem alle Correctionen angebracht waren, dass die atmosphärische Luft nach ihrem Durchtritte durch den Ballon 0,0002 Kohlensäure enthielt; die Luft, welche zu derselben Zeit in der Nähe des Apparates aufgefangen wurde, enthielt 0,00045. Bei einem andern Versuche fand sich der Kohlensäuregehalt der Luft nach dem Austritte aus dem Ballon zu 0,0001, in der Luft der Umgebung 0,0004. Es verlor also die Luft bei dem ersten Versuche durch Einwirkung der dem Sonnenlichte ausgesetzten Blätter $\frac{5}{6}$, bei dem zweiten $\frac{1}{4}$ der Kohlensäure. Die Versuche während der Nacht ergaben die entgegengesetzten Resultate; dann enthielt die Luft bei dem Austritte aus dem Apparate im Allgemeinen noch einmal soviel Kohlensäure als die umgebende Atmosphäre.

Es wird wohl kaum bestritten werden können, dass unter

Digitized by Google

allen Versuchen über die Pflanzenrespiration keiner so viel Wahrscheinlichkeit für sich hat, als dieser eben angeführte, denn bei keinem wurde die natürliche Lage der Pflanze so wenig verändert, und bei keinem war so Vorsorge getroffen, die geringsten Veränderungen in der Atmosphäre bemerken zu können.

Es ist hier nur zu bedauern, dass wir trotz Allem doch nicht berechtigt sind, endgültig zu entscheiden, ob die Pflanzen mehr Kohlensäure aufnehmen oder abgeben, da wir hier nur mit 2 isolirten Facten zu thun haben, und es sich offenbar darum handelt, eine mehrere Tage fortlaufende Reihe von Versuchen zu erhalten.

Die Tagesversuche Boussingaults dauerten von 11—3 Uhr, also nur Zeit der stärksten Insolation. Denken wir uns nun den Versuch als während 24 Stunden fortdauernd, so können wir diese Zeit in 2 Theile theilen, in deren einem die Insolation, im andern die Nacht wirkt. Nehmen wir einen Durchschnitt der ganzen Vegetationszeit, so dürfte es als ein sehr günstiges Verhältniss betrachtet werden, wenn wir setzen, dass täglich während 13 Stunden die Pflanzen dem Einflusse der Sonne ausgesetzt sind, während sie sich die übrigen 11 Stunden in der Dunkelheit befinden. Es ist dieses sicherlich in keinem höhern Maasse der Fall, da Regenwetter, Schatten und sehr niederer Stand der Sonne am Morgen und Abend dazu beitragen, die Wirkung der Insolation zu verringern.

Durch Vergleichung der Resultate Boussingaults mit der hier angenommenen Dauer beider Abschnitte können wir zu einem Resultat gelangen, welches auf den Einfluss während des ganzen Tages schliessen lässt.

Es ergibt sich durch Berechnung nicht nur keine Zunahme an

Digitized by Google

Kohlenstoff, sondern sogar eine Verminderung desselben. Im Boussingault'schen Versuche strömten nämlich 13 mal 15 Liter = 195000 Cub.-Cent. durch, welche nach dem ersten Versuche 0,0002 Kohlensäure enthielten, also in der ganzen Menge 39 CC. Die atmosphärische Luft enthielt zu gleicher Zeit 0,00045, demnach bei den in Frage stehenden 195000 CC. Luft 87,75 CC. Kohlensäure. Die Pflanze hatte daher die übrigen 48,75 CC. Kohlensäure aufgenommen.

Bei Nacht wurde der Säuregehalt der Luft von 0,00045 auf 0,0009 gebracht. Die Pflanze entwickelte also Kohlensäure, deren Quantität sich ebenfalls leicht durch Rechnung finden lässt. Es strömten 15 mal 11 Liter = 165000 CC. durch, welche nach dem Durchgange 148,5 CC. Kohlensäure enthielten, während sie vorher nur die Hälfte, d. i. 74,25 CC. enthalten hatten. Die Pflanze hatte also die übrigen 74,25 CC. geliefert. Vergleichen wir nun das Tag- mit dem Nachtresultate, so hat die Pflanze 74,25 — 48,75 = 25,5 CC. Kohlensäure mehr ausgehaucht, als aufgenommen; sie muss daher in ihrem Kohlenstoffgehalte zurückgeschritten sein.

Ein ähnliches Resultat entziffert sich aus dem zweiten von Boussingault angestellten Versuche.

Der Boussingault'sche Versuch beweist daher eher das Gegentheil von dem, was erwartet wurde, als dass er eine Bestätigung unserer Theorie enthielte.

Wie wir im Vorhergehenden gezeigt haben, gibt es bis jetzt durchaus keinen directen Beweis, aus dem abzunehmen wäre, dass die Pflanzen ihren Kohlenstoff wirklich aus der Luft beziehen und dass dadurch zugleich die Beständigkeit in der Zusammensetzung

Digitized by Google

unserer Atmosphäre bewirkt werde. Es hängen beide Probleme von der Beantwortung der schon oben angeregten Frage ab, ob die Quantität der ausgeathmeten Kohlensäure oder die der eingeathmeten grösser sei.

Das hohe Interesse, das dieser Gegenstand für die Naturforschung darbietet, hat uns veranlasst, über diesen vielbesprochenen und bearbeiteten Punkt noch einige Untersuchungen anzustellen, und wo möglich die damit verknüpften Zweifel zu lösen, da wie schon gezeigt, der Gegenstand durchaus noch nicht endgültig abgeschlossen ist.

Zu diesem Zwecke machten wir im chemischen Laboratorium des königlichen Generalkonservatoriums seit mehreren Monaten eine Reihe von Versuchen mit Pflanzen, deren Resultate wir hiemit der Oeffentlichkeit übergeben.

Unsere Arbeit hatte sich während ihrer ganzen Dauer der besonderen Theilnahme der beiden Herren Hofräthe *v. Vogel* und *v. Martius* zu erfreuen, welche in ihrem bekannten lebendigen Interesse für wissenschaftliche Forschung dieselben mit reger Theilnahme verfolgten, und nicht nur durch ihren Rath unterstützten, sondern auch insbesondere dadurch, dass sie die ihnen anvertrauten Attribute der Sammlungen des Staats uns zur Benützung überliessen, thatsächliche Hülfe leisteten, wofür wir ihnen hier den verbindlichsten Dank zollen.

Ehe wir auf unsere eigentliche Arbeit eingehen, dürfte es wohl angemessen sein, hinsichtlich der Methode, nach welcher wir

Digitized by Google

die Kohlensäure der Luft quantitativ bestimmten, einige Erörterungen vorauszuschicken.

Es sind zu dieser Bestimmung mehrere Verfahrensweisen vorgeschlagen worden, welche ihren Zweck auch zu grösserer oder geringerer Zufriedenheit erfüllen, je nachdem man mehr oder weniger Anforderungen hinsichtlich des einen oder des andern Punktes an sie stellt. Uns musste bei der Wichtigkeit des Gegenstandes und der grossen Anzahl der anzustellenden Untersuchungen vorzüglich darum zu thun sein, möglichst genaue Resultate auf dem möglichst einfachen Wege zu erhalten. Allerdings ist auch sehr zu wünschen, in kürzester Zeit eine grösstmögliche Quantität von Luft untersuchen zu können, in welcher Beziehung unsere Methode einiges zu wünschen übrig lässt, doch glaubten wir den beiden erstgenannten Rücksichten den Vorrang einräumen zu müssen.

Die grosse Umständlichkeit der Saussure'schen Verfahrungsweise, die Luft mit Barytwasser zusammenzubringen und den entstandenen kohlensauren Baryt zur Bestimmung der Kohlensäure zu benützen, war offenbar für unsern Zweck nicht anwendbar.

Bei weitem einfacher ist die Methode Brunners.

Brunner leitet die Luft durch eine 3 — 3½ Fuss lange und 3 bis 3½ Linien weite zweimal gebogene Röhre, welche zur Hälfte mit feuchtem Kalkhydrat, zur Hälfte mit durch Schwefelsäure benetztem Asbest gefüllt ist, und welche durch ihre Gewichtszunahme den Gehalt der Luft an Kohlensäure direct angibt. Unter allen bisher vorgeschlagenen Bestimmungsarten dürfte vielleicht diese am meisten der Anforderung genügen, in sehr kurzer Zeit eine grosse Menge Luft zu untersuchen; sie unterliegt jedoch einem andern Nachtheile.

Digitized by Google

Das mit Kalkhydrat und in Schwefelsäure getauchtem Asbest gefüllte 3½ Fuss lange Rohr bekommt ein sehr grosses Gewicht, und wenn auch bei einer ausgezeichnet construirten Waage es möglich ist, die Schwere desselben bis auf Hunderttheile eines Grans zu bestimmen, so ist ein solcher Versuch sicherlich nichts weniger als geeignet, mit derselben Waage öfters ausgeführt zu werden, und wir glauben den Satz aussprechen zu dürfen, dass bei einer häufigen Wiederholung des Experimentes auch die beste Waage in Bälde so ruinirt sein wird, dass man sich nicht mehr auf die Richtigkeit ihrer Angaben verlassen kann. Man könnte zwar dem Uebelstande dadurch abhelfen, dass man statt der einen grossen Röhre mehrere kleine nimmt, doch bleibt noch immer der Nachtheil: man hat dabei sehr viele Wägungen zu machen, und erlangt dann bei den unvermeidlichen Wägungsfehlern zuletzt ein ungenaues Resultat.

Eine dritte Untersuchungsweise endlich ist von Pettenkofer angewendet worden.*)

Derselbe trocknet die Luft durch Chlorcalcium, auf Chlorcalcium folgen 2 Röhren mit feuchtem Kalihydrat und auf diese wieder eine Röhre mit Chlorcalcium, um das Wasser aufzunehmen, das dem feuchten Kalihydrat durch den trockenen darüber ziehenden Luftstrom entzogen worden war.

Die Resultate, welche auf diese Weise erzielt worden sind, weichen von den bisher bekannten ziemlich ab, da sie im Durch-

*) Polytechnisches Journal von Dingler. Bd. CXIX. Heft I. 40.

Digitized by Google

schnitte mehr als das Doppelte, mitunter sogar das Dreifache von dem Gehalte an Kohlensäure ergeben, der bisher als Norm angesehen wurde.

Obwohl wir in die Richtigkeit dieser Resultate keinen Zweifel setzen, obwohl uns auch die Arbeiten über die Tension der Schwefelsäure nicht unbekannt sind,*) welche zeigen, dass die Schwefelsäure als Trocknungsmittel keine absolute Genauigkeit bietet, so konnten wir es doch nicht unterlassen, über die Fähigkeit das Wasser zu absorbiren, welche Chlorcalcium und Schwefelsäure besitzen, einige vergleichende Versuche anzustellen, um den Grad der Genauigkeit unserer Untersuchungen doch wenigstens annähernd bestimmen zu können.

Zu diesem Zwecke leiteten wir atmosphärische Luft in ihrem feuchten Zustande durch Röhren, welche theils Chlorcalcium, theils mit Schwefelsäure getränkten Asbest, oder auch Liebig'sche Kugelapparate, die Schwefelsäure enthielten, und liessen die Luft wechselsweise zuerst über das Chlorcalcium und dann über die Schwefelsäure oder umgekehrt streichen, und untersuchten dann die Gewichtsveränderungen, die sich dabei ergeben hatten.

Bei diesen Versuchen wurde Folgendes zu Grunde gelegt.

Wenn man atmosphärische Luft über eine der beiden Substanzen streichen lässt, so wird letztere ihrem Zweck am besten entsprechen, wenn sie alles Wasser aus derselben aufnimmt, ohne

---

*) A. Vogel jun. Journal f. pr. Chemie. XXVII. 368. Wrede. Berzelius Jahresbericht. B. 28. S. 36. 1842.

Digitized by Google

selbst etwas an die Luft, welche durchströmt, abzugeben. Sind beide Bedingungen oder eine derselben unvollkommen erfüllt, so kann ersterer Fehler bei dem Chlorcalcium sowohl, als bei der Schwefelsäure, letzterer aber bei der Schwefelsäure allein stattfinden.

Strömt feuchte Luft zuerst über Chlorcalcium und dann über Schwefelsäure, so nimmt ersteres entweder alles Wasser auf oder nicht. Ist die Schwefelsäure besser trocknend, ohne sich zugleich in bedeutender Menge vermöge der eigenen Tension zu verflüchtigen, so wird sie nicht zunehmen, wenn das Chlorcalcium alles Wasser aufgenommen hat; sie wird es aber thun, wenn das Chlorcalcium noch Wasser durchlässt. Ist die Tension der Schwefelsäure grösser, als dieser Zuwachs von Feuchtigkeit, so wird sie an Gewicht abnehmen. Eine gleiche Schlussfolge wird offenbar auch stattfinden, wenn wir die Luft zuerst über Schwefelsäure und dann erst über das Chlorcalcium streichen lassen, nur mit dem Unterschiede, dass letzteres an Gewicht nicht abnehmen kann, weil ihm die Tension fehlt.

Einige in dieser Richtung angestellte Versuche zeigten, dass wenn nach einer 27″ langen Chlorcalciumröhre ein mit Schwefelsäure gefüllter Kugelapparat eingeschaltet wurde, nach dem Durchleiten einer beträchtlichen Quantität feuchter Luft die Schwefelsäure an Gewicht zunahm, während im Gegentheil bei einer Chlorcalciumröhre, die auf eine Schwefelsäureasbeströhre folgte, durchaus keine Zunahme zu bemerken war.

Nachdem wir uns so überzeugt hatten, dass bei dem Durchleiten grösserer Luftquantitäten das Trocknen durch Schwefelsäure dem durch Chlorcalcium wenigstens durch das uns zu Gebote stehende, obwohl dem Anschein nach fehlerfreie vorzuziehen sei, konnten

Digitized by Google

wir nicht lange unentschlossen sein, uns für ersteres Mittel zu entscheiden.

Zur Bestimmung der Kohlensäure nahmen wir kaustisches Kali, jedoch nicht in fester Form, sondern als Aetzlauge, weil letztere eine innigere Berührung mit der Luft möglich macht, während es bei festem Kali doch immer denkbar ist, dass einzelne Theilchen Luft, namentlich bei raschem Durchströmen, durch die vom Kali leergelassenen Kanäle gehen, ohne ihre Kohlensäuere an dasselbe abzugeben, um so mehr, da das befeuchtete Kali durch einen anhaltenden Luftstrom seine Feuchtigkeit stellenweise sehr bald verliert. Als Gefäss diente ein Liebig'scher Kugelapparat, welcher durch ein Kautschoukröhrchen mit einer über 30″ langen Glasröhre in Verbindung stand, von der etwa 27″ mit in Schwefelsäure getauchtem Asbest gefüllt waren.

Geht ein vollkommen trockener Luftstrom durch Kalilauge, so nimmt er ganz natürlich eine nicht unbeträchtliche Quantität Wasser aus derselben auf, und diese nimmt daher an Gewicht ab. Diesem Uebelstande wird durch einen zweiten Kugelapparat abgeholfen, der concentrirte Schwefelsäure enthält, und mit ihm in Verbindung steht, und von diesem erst ging ein Kautschoukrohr zu einem Aspirator, welcher die ausgeflossene Wassermenge und damit auch die durchgeströmte Luft leicht bestimmen liess.

Der Kugelapparat mit Schwefelsäure bietet noch einen andern Vorzug. Vermöge der (wenn auch geringen) Tension der Schwefelsäure würde sich ein Zunehmen an Gewicht im Kaliglase ergeben, und somit auch ein zu grosses Quantum von Kohlensäure; diese Zunahme wird aber dadurch aufgehoben, dass dieselbe Tension auch im zweiten Kugelapparate und im entgegengesetzten Sinne wirkt, wodurch sich das Resultat $= 0$ herausstellt.

Digitized by Google

Es lässt sich mithin aus der Zunahme beider Kugelapparate die Quantität Kohlensäure, welche die Luft enthielt, mit grosser Genauigkeit bestimmen, ohne dass man darum nöthig hätte, mit sehr grossen Gewichten zu arbeiten, oder mehr als 2 Wägungen zu machen.

Wir haben uns dieser Methode bei unsern Untersuchungen bedient, und immer sehr befriedigende Resultate erhalten, wie auch angestellte Kontrollversuche uns von der Zweckmässigkeit unserer Methode überzeugten.

Ist diese Untersuchungsweise auch ausreichend, wenn man nicht ganz grosse Mengen Luft in kurzer Zeit untersuchen will, so lässt sie doch einiges zu wünschen übrig, wenn der Luftstrom sehr stark ist, da dann namentlich die Kalilauge stark schäumt und spritzt, wodurch ein unrichtiges Resultat erzielt wird. Allerdings kann diesem Uebelstande in etwas vorgebeugt werden, wenn man die Rugelröhren nicht übermässig anfüllt, wie man auch bei einiger Uebung bald diejenige Stellung der Gläser erräth, bei welcher ein Spritzen am wenigsten zu befürchten steht; doch lassen sich grössere Quantitäten, als etwa 10000 CC. stündlich nicht mehr gut bestimmen.

Es sind indessen auf diese Weise Quantitäten Luft durch die Apparate geleitet worden, welche die bisher bei derartigen Versuchen angewendeten Quantitäten bei weitem übersteigen.

Zur Feststellung der durchgeströmten Menge Luft ist jedoch noch ein anderer Umstand zu berücksichtigen.

Die Luft hat bei ihrem Durchströmen durch die verschiedenen

Digitized by Google

Apparate doch immer einigen Widerstand zu überwinden, und das Resultat hievon ist, dass innerhalb des Aspirators ein anderer Luftdruck stattfinden muss, als ausserhalb. Wir fanden diesen einfach dadurch, dass wir mit dem Aspirator eine calibrirte Glasröhre communiciren liessen, die eine bestimmte Quantität durch Wasser abgesperrte Luft enthielt, welche je nachdem der Luftdruck im Aspirator grösser oder kleiner war, ein kleineres oder grösseres Volumen einnahm, worauf sich die Luftquantität leicht reduciren liess.

Die nach dem Gewichte gefundene Kohlensäure wurde nach dem Raumesinhalte berechnet, und die Luft auf 760^{mm} Barometerstand und 0° Temperatur reducirt; das Gewicht der Kohlensäure bei gleichem Luftdrucke und Temperatur = 1,97563 grm. für 1000 CC. angenommen.

Wollte man den Kohlensäuregehalt der Atmosphäre strenge berechnen, so wäre es nothwendig, auch auf den Dunstdruck im Aspirator Rücksicht zu nehmen, was sich jedoch in unserm Falle nicht leicht machen liess, und wir unterliessen diese Reduction um so mehr dessbalb, als wir blos vergleichende Resultate beabsichtigten, und derselbe Fehler gemacht wurde, wenn wir die Luft, welche mit der Pflanze in Berührung gekommen war, oder die gewöhnliche atmosphärische Luft untersuchten. Wäre der Widerstand, den die Luft in den Kugelröhren überwinden muss, immer derselbe, so hätten wir ihn aus demselben Grunde ausser Acht lassen können, es war jedoch nicht wohl thunlich, weil er je nach der Füllung und der Stellung der Apparate wenn auch nur in geringem Masse verschieden ist.

Der Apparat, in welchem sich die zu untersuchende Pflanze befand, war ähnlich demjenigen, den Boussingault benützt hatte.

Digitized by Google

Zwei Brettchen, die im Uebrigen genau aneinander passten, liessen zwischen sich eine kleine Oeffnung, in welcher sich der Stengel der Pflanze befand, und ausserdem war noch in ein jedes ein Loch gebohrt, durch welches ein gebogenes Glasrohr gesteckt und festgekittet war. Hierauf wurde die Fläche auf den Brettchen mit Baumwachs ausgegossen und auf dieses, so lange es noch flüssig war, ein grosser, etwa 30000 CC. haltender Glassturz gestellt.

Es befand sich sonach die Wurzel des Gewächses mit dem Topfe ausserhalb, der Aufwuchs innerhalb des durch den Glassturz abgeschlossenen Raumes, was den Vortheil gewährte, dass man die Pflanze von Zeit zu Zeit begiessen konnte, ohne dass darum die Erde mit der zu untersuchenden Luft in Berührung gekommen wäre, wie überhaupt an der naturgemässen Stellung der Pflanze keinerlei Veränderung vorgenommen und alle gewaltsamen Operationen an ihr sorgfältig vermieden wurden.

Das Ausgiessen des Bodens mit Wachs hatte den Zweck, die Communication der äussern Luft mit der innern auf das Nothwendige zu beschränken.

Die beiden oben erwähnten Oeffnungen befanden sich innerhalb des Glassturzes einander gegenüber, und die eine davon wurde offen gelassen, um der Luft den Zutritt zu gestatten, während die andere durch eine Kautschoukröhre mit der Schwefelsäure-Asbeströhre in Verbindung stand.

Die Luft hatte nun folgenden Weg zu machen:

Durch die offengelassene Röhre ging sie zu der Pflanze, und

Digitized by Google

von dieser durch die zweite zur Schwefelsäure-Asbeströhre, um ihr Wasser abzugeben, worauf sie durch die Kalilauge und die zweite Schwefelsäure strömte, um ihre Kohlensäure abzusetzen, und von da endlich in den Aspirator.

Zu gleicher Zeit wurde ein ähnlicher Versuch ohne Pflanze gemacht, bei welchem die Luft unmittelbar in die Asbeströhre ging, um die Atmosphäre auf ihren jeweiligen Kohlensäuregehalt untersuchen zu können.

Die Versuche dauerten Tag und Nacht fort, und es fand nur Morgens und Abends auf so lange eine Unterbrechung statt, als nöthig war, um die Wägungen vornehmen zu können.

Es ist hier noch eine Beobachtung Grischow's zu erwähnen. Grischow sagt, dass Blätter, welche den in starkes Sonnenlicht gestellten Behälter berührten, oft merklich welkten, während die übrigen noch ganz frisch waren, worauf sie viele Kohlensäure schon nach wenigen Stunden entwickelten, und dass er diesem Umstande dadurch vorgebeugt habe, dass er über die Blätter ein weitmaschiges Netz zog.

Es dürfte dieses wohl davon herrühren, dass die Luft nicht gewechselt wurde, und in diesem Versuche Grischow's die Blätter einer zu hohen Temperatur ausgesetzt waren; wenigstens konnten wir nie eine ähnliche Veränderung wahrnehmen. Die Blätter, welche bei unsern Pflanzen den Glassturz berührten, grünten eben so frisch fort, als die andern, ja es bildeten sich sogar an mehreren solchen Stellen im Laufe des Versuches Schösslinge, die gerade durch den Glassturz zu einer andern Richtung genöthigt wurden, als sie ohne diesen voraussichtlich eingeschlagen hätten.

Die Temperatur, welche ein im Glassturze, jedoch im Schatten

Digitized by Google

der Pflanze aufgehängtes Thermometer anzeigte, war wenigstens bei Tage beständig um 1—2 Grade höher, als die der äussern Luft.

Erste Versuchsreihe vom 5. bis incl. 13. März 1851; ausgeführt im geheizten*) Nebenzimmer des k. chemischen Laboratoriums.

Die Pflanze war ein vollkommen gesundes Exemplar von Viburnum Tinus L., und wurde am 4. unter den Glassturz gebracht.

5. März.

1. Versuch mit Pflanze.
   a) Tagversuch.
      Durchgeströmte Luft nach Vornahme der bereits angegebenen Correctionen: 35370 CC.
      Aufgenommene Kohlensäure: 0,022 grm. = 11,136 CC.
      Verhältniss der Kohlensäure zur Luft: 0,000315.
   b) Nachtversuch.
      Quantum der durchgeströmten Luft: 53240 CC.
      Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,100 grm. = 50,617 CC.
      Verhältniss derselben zur Luft: 0,000951.
2. Versuch ohne Pflanze.
   a) Tagversuch.
      Quantum der durchgeströmten Luft: 38210 CC.
      Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,026 grm. = 13,160 CC.
      Verhältniss derselben zur Luft: 0,000344.

---

*) Die Tagestemperatur war im Mittel 15° R., in der Nacht sank die Wärme bis etwa 8°—9°.

Digitized by Google

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 38200 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,027 grm. = 13,666 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000358.

3. Meteorologische Notizen.
Witterung: Von Früh 7 Uhr bis Abends 4 Uhr Schnee, dann bewölkter Himmel und etwas Sonnenschein.
Wind: W.

6. März.

1. Mit Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 35480 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,026 grm. = 13,160 CC.
Verhältniss derselben zur Luft. 0,000371.
b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 49870 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,064 grm. = 32,395 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000650.

2. Ohne Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 38300 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,029 grm. = 14,679 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000383.
b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 38110 CC.

Digitized by Google

Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,028 grm. = 14,172 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000372.

3. Meteorologische Notizen.
Witterung: Schnee.
Wind: W. später NW.

7. März.

1. Mit Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 35410 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,022 grm. = 11,136 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000314.
b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 30490 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,031 grm. = 15,691 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000515.

2. Ohne Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 37740 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,037 grm. = 18,728 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000496.
b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 38130 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,029 grm. = 14,679 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000382.

Digitized by Google

3. Meteorologische Notizen.
Witterung: Den Tag über trüber Himmel.
Wind: NW.

8. März.

1. Mit Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 41090 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,016 grm. = 8,099 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000197.
b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 21600 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,026 grm. = 13,160 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000609.

2. Ohne Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 38300 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,037 grm. = 18,728 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000489.
b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 38540 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,036 grm. = 18,222 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000473.

3. Meteorologische Notizen.
Witterung: Morgens trüber Himmel, Abends etwas Schnee.
Wind: Morgens SW., Mittags NO., Abends SO.

Digitized by Google

9. März.

1. Mit Pflanze.

a) Tagversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 47290 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,026 grm. = 13,160 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000278.

b) Nachtversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 26600 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,024 grm. = 12,148 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000457.

2. Ohne Pflanze.

a) Tagversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 38140 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure, 0,032 grm. = 16,197 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000423.

b) Nachtversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 38280 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,031 grm. = 15,691 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000410.

3. Meteorologische Notizen.

Witterung: Morgens trübe, heiterte sich der Himmel gegen Mittag auf.
Wind: Morgens S., von Mittag an NO.

Digitized by Google

10. März.

1. Mit Pflanze.

a) Tagversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 47180 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,018 grm. = 9,111 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000193.

b) Nachtversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 26540 CC,
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,040 grm. = 20,247 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000763.

2. Ohne Pflanze.

a) Tagversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 38110 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,029 grm. = 14,679 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000385.

b) Nachtversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 38420 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,032 grm. = 16,197 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000422.

3. Meteorologische Notizen.

Witterung: Morgens etwas Schnee, dann bewölkter Himmel.
Wind: Morgens SW., Mittags SO.

Digitized by Google

11. März.

1. Mit Pflanze.
   a) Tagversuch.
      Quantum der durchgeströmten Luft: 49240 CC.
      Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,083 grm. = 16,704 CC.
      Verhältniss derselben zur Luft: 0,000339.
   b) Nachtversuch.
      Quantum der durchgeströmten Luft: 21600 CC.
      Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,018 grm. = 9,111 CC.
      Verhältniss derselben zur Luft: 0,000422.
2. Ohne Pflanze.
   a) Tagversuch.
      Quantum der durchgeströmten Luft: 37990 CC.
      Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,033 grm. = 16,704 CC.
      Verhältniss derselben zur Luft: 0,000440.
   b) Nachtversuch.
      Quantum der durchgeströmten Luft: 37950 CC.
      Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,028 grm. = 14,172 CC.
      Verhältniss derselben zur Luft: 0,000373.
3. Meteorologische Notizen.
   Witterung: Den ganzen Tag trüber Himmel.
   Wind: Morgens SW., Mittags N., Abends NO.

12. März.

1. Mit Pflanze.
   a) Tagversuch.
      Quantum der durchgeströmten Luft: 36540 CC.

Digitized by Google

Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,021 grm. = 10,629 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000291.

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 26500 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,031 grm. = 15,691 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000592.

2. Ohne Pflanze.

a. Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 38180 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,037 grm. = 18,728 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000491.

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 38280 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,027 grm. = 13,666 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000357.

3. Meteorologische Notizen.

Witterung: Morgens hell, von Mittag an trüber Himmel.
Wind: Morgens SW. dann S., Nachmittags W.

13. März.

1. Mit Pflanze.

a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 47130 CC.

Digitized by Google

Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,026 grm. = 13,160 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000309.

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 26500 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,033 grm. = 16,704 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000630.

2. Ohne Pflanze.

a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 38330 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,038 grm. = 19,234 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000502.

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 38380 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,031 grm. = 15,691 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000409.

3. Meteorologische Notizen.
Witterung: Morgens trüber Himmel, Abends etwas Regen.
Wind: Morgens SW., Mittags NO., Abends W.

Wollen wir aus diesen Beobachtungen uns ein Resultat entnehmen, so ist es nothwendig, die Versuche ohne Pflanze auf die Versuche mit Pflanze zu reduciren, d. h. die Frage zu beantworten: „Wie viel Kohlensäure enthielt die Luft, welche an der Pflanze vorbeiströmte, ursprünglich?“ Zur bessern Uebersichtlichkeit sei dieses in der nachfolgenden Tabelle näher auseinander gesetzt.

Digitized by Google

Tag	Tageszeit.	Quantum der Luft in CC.	Ursprünglicher Gehalt an Kohlensäure.		Gehalt an Kohlensäure nach d. Durchgange.		Zu- oder Abnahme der Kohlensäure			
							während des Versuchs.		während 24 Stunden.	
			grm. *)	CC. *)	grm.	CC.	grm.	CC.	grm.	CC.
März										
5.	Tag.	35370	0,024	12,182	0,022	11,136	−0,002	− 1,046	+0,060	+30,526
	Nacht.	53240	0,038	19,045	0,100	50,617	+0,062	+31,572		
6.	Tag.	35480	0,027	13,598	0,024	12,148	−0,002	− 1,450	+0,025	+12,400
	Nacht.	49870	0,037	18,545	0,064	32,395	+0,027	+13,850		
7.	Tag.	35410	0,035	17,572	0,022	11,136	−0,013	− 6,436	−0,005	− 2,429
	Nacht.	30490	0,023	11,681	0,031	15,691	+0,008	+ 4,007		
8.	Tag.	41090	0,040	20,084	0,016	8,099	−0,024	−11,985	−0,018	− 9,037
	Nacht.	21600	0,020	10,212	0,026	13,160	+0,006	+ 2,948		
9.	Tag.	47290	0,039	19,990	0,026	13,160	−0,013	− 6,830	−0,011	− 5,585
	Nacht.	26600	0,022	10,903	0,024	12,148	+0,002	+ 1,245		
10.	Tag.	47180	0,036	18,172	0,018	9,111	−0,018	− 9,061	−0,000	− 0,002
	Nacht.	26540	0,022	11,188	0,040	20,247	+0,018	+ 9,059		
11.	Tag.	49240	0,041	21,650	0,033	16,704	−0,008	− 4,946	−0,006	− 3,901
	Nacht.	21600	0,016	8,066	0,018	9,111	+0,002	+ 1,045		
12.	Tag.	36540	0,035	17,923	0,021	10,629	−0,014	− 7,294	−0,003	− 1,063
	Nacht.	26500	0,019	9,460	0,031	15,691	+0,011	+ 6,231		
13.	Tag.	47130	0,047	23,650	0,026	13,160	−0,021	−10,490	−0,009	− 4,645
	Nacht.	26500	0,021	10,859	0,033	16,704	+0,012	+ 5,845		
	Summe	657670	0,542	274,783	0,575	291,047	+0,033	+16,264		

Es ergibt sich hier auf den ersten Anblick ein unerwartetes Resultat, nämlich das, dass die Pflanze den Gehalt der Luft an Kohlensäure nicht nur nicht vermindert, sondern sogar vermehrt hat, woraus direct der Schluss folgen würde, dass die Pflanzen nicht von der Kohlensäure der Atmosphäre leben.

Ueberblicken wir jedoch das Ganze etwas genauer, so findet sich alsbald, dass diese ganze Zunahme der Kohlensäure von dem starken Wachsen derselben in den ersten 2 Tagen herrührt, während alle übrigen Tage eine wenn auch geringe Abnahme kund geben.

---

*) Die zweite Decimale noch genau.

Digitized by Google

Zudem ist dieses abnorme Verhältniss am grössten am ersten Tage und erreicht am zweiten nicht mehr die Hälfte des vorigen, während am dritten Tage die Zunahme der Kohlensäure sich bereits in eine Abnahme umgewandelt hat.

Es berechtigt dieses zu dem Schlusse, dass die Pflanze bei dem Einspannen in den Apparat irgend einen Schaden erlitten haben muss, der sich durch den Augenschein durchaus nicht erkennen liess, aber durch die unregelmässige Respiration, welche er veranlasste, gefunden wurde, und sich im Verlaufe der Versuche von selbst ausglich. Es möge dieser Umstand als Beleg des Satzes dienen, dass bei dergleichen Untersuchungen mit der grössten Vorsicht zu Werke gegangen werden muss, wenn anders man nicht zu ganz falschen Resultaten gelangen will.

Es wird uns demnach erlaubt sein, die ersten zwei Tage als ausserhalb unserer Beobachtungsreihe anzusehen, und im folgenden soll daher nur von den übrigen die Rede sein.

Aus diesen findet sich durchgehends eine mitunter allerdings geringe Abnahme der Kohlensäure der Atmosphäre, die nur von der Pflanze verursacht sein kann.

Diese Abnahme beträgt in 7 Tagen nicht mehr als 26,662 CC. und berechtigt daher allerdings zu keinen sehr sanguinischen Hoffnungen; allein es geht doch daraus hervor, *dass die Pflanze an Kohlenstoff zugenommen haben muss.*

Wir machen noch darauf aufmerksam, dass dieser geringe Erfolg wohl auch der ungünstigen Jahreszeit und dem äusserst schlechten Wetter, das die ganze Versuchszeit andauerte, zuzu-

Digitized by Google

schreiben ist, und ebenso auch der Kürze des Tages und der Länge der Nacht, welches Missverhältniss noch durch den Umstand vergrössert wurde, dass die Fensterläden des Versuchslokals eben der schlechten Witterung wegen früh geschlossen und spät geöffnet wurden.

Es machen um diese Zeit die Pflanzen überhaupt nur sehr geringe Fortschritte, was bekanntlich die Gärtner mit dem Ausdrucke: „Die Pflanzen sind nicht im Triebe" zu bezeichnen pflegen.

Fassen wir unsere 7 Tage zusammen und behalten nur den Unterschied zwischen Tag und Nacht, so erhalten wir:

Gehalt der atmosphärischen Luft an Kohlensäure
- a) bei Tage: 0,000461.
- b) bei Nacht: 0,000404.

Kohlensäuregehalt der Luft nach der Einwirkung der Pflanze
- a) bei Tage: 0,000274.
- b) bei Nacht: 0,000570.

Nach Beendigung dieser Versuche war die Pflanze noch so gesund und frisch, als sie bei dem Einbringen in den Apparat gewesen war, wenigstens konnte man von aussen durchaus kein Kränkeln derselben bemerken, und die Versuche wurden unterbrochen, weil sie durchaus kein neues Resultat erwarten liessen.

Zweite Versuchsreihe vom 2. bis incl. 10. April,

ausgeführt im

Laboratorium der k. chemischen Anstalt mit derselben Pflanze.

Seit dem Ende der ersten Versuchsreihe war die Pflanze beständig unter dem Glassturze geblieben; sie wurde nur von Zeit

Digitized by Google

zu Zeit begossen, und um ihr mehr Luft zuzuführen, auch die zweite Oeffnung, welche bisher mit der Schwefelsäureröhre communicirt hatte, freigelassen.

Mittlerweile war die Witterung etwas milder geworden, was erlaubte, die Pflanze in das Laboratorium zu bringen, weil dieses rücksichtlich der Aufstellung der Apparate mehr Bequemlichkeiten darbot, und wegen grösserer Helligkeit ein günstigeres Resultat erwarten liess. Die Temperatur desselben war wegen öfterm Oeffnen der Fenster nahezu die der äussern Luft, wesswegen diese für die verschiedenen Tage in ihrem Mittel von nun an angegeben werden soll.

2. April.

1. Mit Pflanze.
   a) Tagversuch.
      Quantum der durchgeströmten Luft: 141600 CC.
      Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,008 grm. = 4,049 CC.
      Verhältniss derselben zur Luft. 0,000029.
   b) Nachtversuch.
      Quantum der durchgeströmten Luft: 85080 CC.
      Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,057 grm. = 28,852 CC.
      Verhältniss derselben zur Luft: 0,000339.

2. Ohne Pflanze.
   a) Tagversuch.
      Quantum der durchgeströmten Luft: 49040 CC.
      Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,040 grm. = 20,247 CC.
      Verhältniss derselben zur Luft: 0,000413.

Digitized by Google

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 49060 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,038 grm. = 19,234 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000392.

3. Meteorologische Notizen.
Mittlere Temperatur: + 5°,3.
Witterung: Morgens stark bewölkter Himmel, von Mittag an ziemlich heiter.
Wind: Morgens SW., Mittags O.

3. April.

1. Mit Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 115120 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,015 grm. = 7,592 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000066.
b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 78520 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,054 grm. = 27,333 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000348.

2. Ohne Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 49020 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,033 grm. = 16,704 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000340.

Digitized by Google

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 48730 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,030 grm. = 15,185 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000312.

3. Meteorologische Notizen.
Mittlere Temperatur: + 4°,1.
Witterung: Morgens bewölkter Himmel, von 2 Uhr an etwas Regen.
Wind: Morgens SW., Nachmittags W.

4. April.

1. Mit Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 59320 CC,
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,012 grm. = 6,073 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000102.

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 76340 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,050 grm. = 25,308 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000332.

2. Ohne Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 48930 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,036 grm. = 18,222 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000372.

Digitized by Google

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 48920 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,030 grm. = 15,185 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000310.

3. Meteorologische Notizen.
Mittlere Temperatur: + 3°,8.
Witterung: Morgens unterbrochener Regen, von 2 Uhr an bewölkter Himmel.
Wind: Morgens W., Nachmittags SW.

5. April.

1. Mit Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 73310 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,010 grm. = 5,062 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000069.
b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 97170 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,054 grm. = 27,333 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000281.

2. Ohne Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 48850 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,031 grm. = 15,691 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000321.

Digitized by Google

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 49240 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,028 grm. = 14,173 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000288.

3. Meteorologische Verhältnisse.
Mittlere Temperatur: + 2°,5.
Witterung: Den Tag über bewölkter Himmel, gegen Abend unterbrochen Sonnenschein.
Wind: Den Tag über NW., gegen Abend N.

6. April.

1. Mit Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 51290 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,006 grm. = 3,037 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000059.
b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 89800 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,042 grm. = 21,259 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000237.

2. Ohne Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 48710 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,033 grm. = 16,704 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000343.

Digitized by Google

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 49320 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,081 grm. = 15,691 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000318.

3. Meteorologische Notizen.
Mittlere Temperatur: + 2°,5.
Witterung: Bewölkter Himmel, von Mittag an unterbrochen Sonnenschein.
Wind: NO.

7. April.

1. Mit Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 70240 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,010 grm. = 5,062 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000072.

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 73100 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,049 grm. = 24,802 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000339.

2. Ohne Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 49000 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,038 grm. = 19,234 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000393.

Digitized by Google

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 48920 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,032 grm. = 16,197 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000331.

3. Meteorologische Notizen.
Mittlere Temperatur: 2°,3.
Witterung: Bewölkter Himmel, von Mittag an etwas Sonnenschein.
Wind: Morgens NO., später O.

8. April.

1. Mit Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 43890 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,002 grm. = 1,012 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000023.
b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 74210 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,038 grm. = 19,234 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000259.

2. Ohne Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 43450 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,029 grm. = 14,679 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000338.

Digitized by Google

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 48030 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,030 grm, = 15,185 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000316.

3. Meteorologische Notizen.
Mittlere Temperatur: 4°,0.
Witterung: Morgens bewölkt, von Mittag an unterbrochen Sonnenschein.
Wind: Morgens N., Abends W.

9. April.

1. Mit Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 45110 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,004 grm. = 2,025 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000045.
b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 119380 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,001 grm. = 51,133 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000428.

2. Ohne Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 48870 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,051 grm. = 25,815 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000528.

Digitized by Google

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 48890 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,043 grm. = 21,765 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000445.

3. Meteorologische Notizen.
Mittlere Temperatur: 5^0,4.
Witterung: Den Tag über trüber Himmel, Abends etwas Regen.
Wind: Am Tage NW., Abends N.

10. April.

1. Mit Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 74970 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,006 grm. = 3,037 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000041.

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 73780 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,056 grm. = 28,345 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000384.

2. Ohne Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 48980 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,036 grm. = 18,222 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000372.

Digitized by Google

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 48970 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,034 grm. = 17,210 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000351.

3. Meteorologische Notizen.
Mittlere Temperatur: 6°,4.
Witterung: Morgens trüber Himmel, von Mittag an unterbrochen Sonnenschein.
Wind: W.

Da das Verhalten der Pflanze während dieser 9 Tage, deren Witterung zwar nicht besonders viel versprechend, doch auch nicht so ungünstig war, wie bei der vorigen Versuchsreihe, sich hinlänglich ausgesprochen zu haben schien, wurde die Reihe mit dem 10. April geschlossen.

Zur bessern Uebersicht der Resultate derselben sind wie bei der vorigen Reihe die Luftversuche auf die mit Pflanze reducirt und die Ergebnisse befinden sich in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Digitized by Google

Tag.	Tageszeit.	Quantum der Luft in CC.	Ursprünglicher Gehalt an Kohlensäure.		Gehalt an Kohlensäure nach d. Durchgange		Zu- oder Abnahme der Kohlensäure			
							während des Versuchs.		während 24 Stunden.	
			grm.	CC.	grm.	CC.	grm.	CC.	grm.	CC.
April										
2.	Tag.	141600	0,115	58,462	0,008	4,049	−0,107	− 54,413	−0,116	−58,917
	Nacht.	85080	0,066	33,356	0,057	28,852	−0,009	− 4,504		
3.	Tag.	115120	0,077	39,141	0,015	7,592	−0,062	− 31,549	−0,056	−28,714
	Nacht.	78520	0,048	24,498	0,054	27,333	+0,006	+ 2,835		
4.	Tag.	59320	0,044	22,091	0,012	6,073	−0,032	− 16,018	−0,029	−14,406
	Nacht.	76340	0,047	23,696	0,050	25,308	+0,003	+ 1,612		
5.	Tag.	73310	0,047	23,548	0,010	5,062	−0,037	− 18,486	−0,038	−19,122
	Nacht.	97170	0,055	27,969	0,054	27,333	−0,001	− 0,636		
6.	Tag.	51290	0,035	17,589	0,006	3,037	−0,029	− 14,552	−0,043	−21,862
	Nacht.	89800	0,056	28,569	0,042	21,259	−0,014	− 7,310		
7.	Tag.	70240	0,055	27,571	0,010	5,062	−0,045	− 22,509	−0,044	−21,910
	Nacht.	73100	0,048	24,203	0,049	24,802	+0,001	+ 0,599		
8.	Tag.	43390	0,029	14,659	0,002	1,012	−0,027	− 13,647	−0,035	−17,875
	Nacht.	74210	0,046	23,462	0,038	19,234	−0,008	− 4,228		
9.	Tag.	45110	0,047	23,829	0,004	2,025	−0,043	− 21,804	−0,047	−23,827
	Nacht.	119380	0,105	53,146	0,101	51,123	−0,004	− 2,023		
10.	Tag.	74970	0,055	27,870	0,006	3,037	−0,049	− 24,833	−0,044	22,417
	Nacht.	73780	0,051	25,929	0,056	28,345	+0,005	+ 2,416		
	Summe	1441730	1,026	519,588	0,574	290,538	−0,452	−229,050		

Aus diesen Versuchen tritt die durch die Pflanzen verursachte Abnahme der Kohlensäure in der atmosphärischen Luft so deutlich hervor, dass sie wohl schwerlich zu beanstanden sein wird. Die Pflanze nahm täglich im Durchschnitte: 0,050 grm. = 25,45 CC. Kohlensäure auf.

Der Gehalt der Luft an Kohlensäure war im Mittel:

vor dem Durchgange bei Tage: 0,000380.
bei Nacht: 0,000340.
nach dem Durchgange bei Tage: 0,000056.
bei Nacht: 0,000327.

So klar auch der Punkt der Kohlensäureabnahme am Tage

Digitized by Google

hervortritt, so zeigen doch unsere Nachtversuche andererseits ein auffallendes Ergebniss. Es ist nämlich das Resultat aller bisherigen Untersuchungen ohne Ausnahme gewesen, dass die Pflanzen, sei es nun vermittelst eines vegetativen Prozesses, wie es die frühere Ansicht war, sei es vermöge eines rein chemischen Aktes, nämlich der blossen Einwirkung des Sauerstoffes auf die dabei ganz unthätige Pflanze, wie nach Liebig angenommen wird, bei Nacht Kohlensäure entwickeln, und somit die umgebende Luft reicher an Kohlensäure machen, als sie sonst gewesen wäre, und es hat bereits Saussure die Bestätigung dieses Faktums darin gefunden, dass er auf dem Lande, also da, wo diese Reaction am meisten hervortreten muss, den Gehalt der Luft an Kohlensäure bei Nacht in der Regel etwas höher gefunden hat, als sie am Tage war. Unsere Versuche geben nur in 3 Nächten und auch in diesen eine nur unbedeutende Zunahme der Kohlensäure, welche durch die Abnahme in den andern Nächten bei weitem übertroffen wird, so dass sich der mittlere Gehalt der Luft von 0,000340 ursprünglich in 0,000327 umwandelt. Es stehen also unsere Resultate auf den ersten Anblick nicht nur mit allen frühern Forschungen, sondern auch unter sich im Widerspruche.

Es ist hier nothwendig, auf unser Ziel sowie auch auf die Gränzen, die wir uns gesetzt haben, hinzuweisen. Unsere Arbeit hatte zur Zeit nur den Zweck, durch das Experiment das Faktum nachzuweisen, dass die Pflanzen mehr Kohlensäure aufnehmen, als abgeben; mit der Bestimmung der Zeitpunkte, in welchen diese oder jene Wirkung stattfindet, konnten wir uns für jetzt, so lange dieses nicht festgestellt war, nicht näher befassen. Es lässt sich nicht sagen: „Jetzt fängt die Aufnahme von Kohlensäure an, jetzt hört sie auf," und darum konnten wir unmöglich verhindern, dass nicht die Abnahme der Kohlensäure noch einige Zeit, nach dem wir unsere

Digitized by Google

abendliche Wägung gemacht hatten, fortgedauert hätte. Ebenso konnte die Zunahme der Kohlensäure am Morgen schon geraume Zeit aufgehört haben, ehe wir die Luft untersuchten. Es ist daher das Wort „Nachtversuch“ nicht buchstäblich zu nehmen, sondern als der Zeitraum zwischen 6—7 Uhr Abends und 8—9 Uhr Morgens zu betrachten, in welchem allerdings die Nacht den grössten Theil einnimmt. Späteres Wägen am Abende und früheres am Morgen hätte zwar wohl den Fehler in engere Gränzen einschränken aber nicht aufheben können.

Um dieses Verhalten der Pflanze und die Richtigkeit vorstehender Bemerkungen nachzuweisen, unternahmen wir eine dritte Reihe von Untersuchungen, und bedienten uns dabei des Kunstgriffes, die Pflanze zu einer bestimmten Stunde so zu bedecken, dass sie gänzlich im Dunkeln war.

Es dauerte die Bedeckung am

11. April von 6 Uhr Abends bis 8 Uhr Morgens,
12. „ von 2 Uhr Mittags bis 8 Uhr Morgens,
13. „ von 2 Uhr Mittags bis 8 Uhr Morgens.

Die Wägungen wurden an jedem dieser Tage Morgens 8 Uhr und Abends 6 Uhr vollzogen.

Dritte Versuchsreihe,

ausgeführt vom 11. bis incl. 13. April.

11. April.

1. Mit Pflanze.

a) Tagversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 79390 CC.

Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,004 grm. = 2,025 CC.

Verhältniss derselben zur Luft: 0,000026.

Digitized by Google

b) Nachtversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 89370 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,094 grm. = 47,580 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000532.

2. Ohne Pflanze.

a) Tagversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 29370 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,027 grm. = 13,666 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000465.

b) Nachtversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 36560 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,017 grm. = 8,605 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000235.

3. Meteorologische Notizen.

Mittlere Temperatur: 7°,9.
Witterung: Morgens etwas Regen, dann ziemlich heiter.
Wind: Morgens N., von Mittag an NO.

12. April.

1. Mit Pflanze.

a) Tagversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 81320 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,028 grm. = 14,173 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000174.

Digitized by Google

b) Nachtversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 81290 CC,
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,130 grm. = 65,802 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000809.

2. Ohne Pflanze.

a) Tagversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 27620 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,018 grm. = 9,111 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000330.

b) Nachtversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 30190 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,027 grm. = 13,666 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000442.

3. Meteorologische Notizen.

Mittlere Temperatur: + 10°,2.
Witterung: Den Tag über heiter, Abends etwas bewölkter Himmel.
Wind: NO.

13. April.

1. Mit Pflanze.

a) Tagversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 91200 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,055 grm. = 27,839 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000305.

Digitized by Google

b) Nachtversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 85960 CC.

Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,136 grm. = 68,839 CC.

Verhältniss derselben zur Luft: 0,000801.

2. Ohne Pflanze.

a) Tagversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 32470 CC.

Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,025 grm. = 12,654 CC.

Verhältniss derselben zur Luft: 0,000390.

b) Nachtversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 38070 CC.

Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,030 grm. = 15,185 CC.

Verhältniss derselben zur Luft: 0,000381.

3. Meteorologische Notizen.

Mittlere Temperatur: 10°,2:

Witterung: Den Tag über heiter, Nachmittags zwischen 4 und 5 Uhr Gewitter. Wind: W.

Nach Reduktion der Luftversuche ergibt sich folgende Tabelle.

Tag	Tageszeit.	Quantum der Luft in CC.	Ursprünglicher Gehalt an Kohlensäure.		Gehalt an Kohlensäure nach d. Durchgange.		Zu- oder Abnahme der Kohlensäure			
							während des Versuchs.		während 24 Stunden.	
			grm.	CC.	grm.	CC.	grm.	CC.	grm.	CC.
April 11.	Tag.	79390	0,073	36,941	0,004	2,025	−0,069	−34,916	−0,017	− 8,371
	Nacht.	89370	0,042	21,035	0,094	47,580	+0,052	+26,545		
12.	Tag.	81320	0,053	26,825	0,028	14,173	−0,025	−11,652	+0,034	+18,187
	Nacht.	81290	0,071	35,963	0,130	65,802	+0,059	+29,839		
13.	Tag.	91200	0,070	35,542	0,055	27,839	−0,015	− 7,703	+0,053	+26,849
	Nacht.	85960	0,068	34,287	0,136	68,839	+0,068	+34,552		

Digitized by Google

Diese Tafel zeigt sicherlich auf's deutlichste den grossen Einfluss, den das Licht auf die Pflanzen ausübt, und die grosse Wichtigkeit der Tageslänge für die Vegetation.

Die Versuche mit Viburnum Tinus wurden nun geschlossen, und der Glassturz entfernt.

Obwohl die Pflanze sich nun seit mehr als 6 Wochen unter demselben befunden hatte, war sie trotzdem, dass sie seit 2 Tagen in nicht ganz günstigem Lichte sich befunden hatte, durchaus nicht von krankhaftem Aussehen, sie war im Gegentheile vollkommen frisch, and hatte sogar in der letztern Zeit, in welcher sie in den Saft gekommen war, mehrere neue Triebe angesetzt. Würde sie noch längere Zeit den grössten Theil des Tages des Lichtes beraubt gewesen sein, so hätte man allerdings wahrscheinlich gefunden, dass sie nicht nur nicht in ihrer Entwicklung vorschreite, sondern sie würde ohne Zweifel Rückschritte gemacht haben; doch das lag ausser der Gränzen unserer Untersuchung.

Vierte Reihe von Versuchen,
ausgeführt mit einer Varietät von Pelargonium.

Viburnum Tinus hat bekanntlich ziemlich dicke lederartige Blätter; es lag nun nahe, zur bessern Kontrolle der mit ihr erhaltenen Resultate auch eine mit dünneren, hinfälligeren Blättern versehene Pflanze zu nehmen, und wir wählten dazu ein frisches Exemplar von Pelargonium.

Die Pflanze wurde am 14. April in den Apparat gebracht.

Die damit auf gleiche Weise erzielten Resultate waren folgende.

Digitized by Google

15. April.

1. Mit Pflanze.
   a) Tagversuch.
      Quantum der durchgeströmten Luft: 85930 CC.
      Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,014 grm. = 7,086 CC.
      Verhältniss derselben zur Luft: 0,000082.
   b) Nachtversuch.
      Quantum der durchgeströmten Luft: 140230 CC.
      Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,050 grm. = 25,308 CC.
      Verhältniss derselben zur Luft: 0,000180.

2. Ohne Pflanze.
   a) Tagversuch.
      Quantum der durchgeströmten Luft: 46270 CC.
      Quantum der aufgefangenen Kohlensäure, 0,047 grm. = 23,790 CC.
      Verhältniss derselben zur Luft: 0,000514.
   b) Nachtversuch.
      Quantum der durchgeströmten Luft: 41300 CC.
      Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,044 grm. = 22,271 CC.
      Verhältniss derselben zur Luft: 0,000539.

3. Meteorologische Notizen.
   Mittlere Temperatur: $10^{0},1$.
   Witterung: Morgens heiter, Abends 5 Uhr Gewitter mit Regen.
   Wind: W., Abends NO.

Digitized by Google

16. April.

1. Mit Pflanze.

a) Tagversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 60360 CC.

Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,021 grm. = 10,629 CC.

Verhältniss derselben zur Luft: 0,000176.

b) Nachtversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 73370 CC.

Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,033 grm. = 16,704 CC.

Verhältniss derselben zur Luft: 0,000228.

2. Ohne Pflanze.

a) Tagversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 36690 CC.

Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,034 grm. = 17,210 CC.

Verhältniss derselben zur Luft: 0,000469.

b) Nachtversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 19240 CC.

Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,011 grm. = 5,568 CC.

Verhältniss derselben zur Luft: 0,000289.

3. Meteorologische Notizen.

Mittlere Temperatur: $11^{0},0$.

Witterung: Bewölkter Himmel, Abends 5 Uhr Gewitter und Regen.

Wind: W.

Digitized by Google

17. April.

1. Mit Pflanze.

a) Tagversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 109920 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,026 grm. = 13,160 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000120.

b) Nachtversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 128410 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,044 grm. = 22,271 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000173.

2. Ohne Pflanze.

a) Tagversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 33030 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,028 grm. = 14,173 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000428.

b) Nachtversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 31270 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,026 grm. = 13,160 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000421.

3. Meteorologische Notizen.

Mittlere Temperatur: 9°,5.
Witterung: Ziemlich heiter.
Wind: O.

Digitized by Google

18. April.

1. Mit Pflanze.
   a) Tagversuch.
   Quantum der durchgeströmten Luft: 125130 CC.
   Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,062 grm. = 31,382 CC.
   Verhältniss derselben zur Luft: 0,000252.
   b) Nachtversuch.
   Quantum der durchgeströmten Luft: 121150 CC.
   Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,108 grm. = 54,766 CC.
   Verhältniss derselben zur Luft: 0,000451.

2. Ohne Pflanze.
   a. Tagversuch.
   Quantum der durchgeströmten Luft: 40610 CC.
   Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,059 grm. = 29,864 CC.
   Verhältniss derselben zur Luft: 0,000735.
   b) Nachtversuch.
   Quantum der durchgeströmten Luft: 34880 CC.
   Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,035 grm. = 17,716 CC.
   Verhältniss derselben zur Luft: 0,000508.

3. Meteorologische Notizen.
   Mittlere Temperatur: 12°,1.
   Witterung: Ziemlich heiter, Nachmittags 3 Uhr Gewitter und Regen.
   Wind: NW.

Digitized by Google

19. April.

1. Mit Pflanze.

a) Tagversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 125400 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,042 grm. = 21,259 CC.
Verhältniss derselben zur Luft. 0,000170.

b) Nachtversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 107990 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,058 grm. = 29,357 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000272.

2. Ohne Pflanze.

a) Tagversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 33580 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,030 grm. = 15,185 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000452.

b) Nachtversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 37960 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,026 grm. = 13,160 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000347.

3. Meteorologische Notizen.

Mittlere Temperatur: $11^{0},9$.
Witterung: Bewölkter Himmel mit unterbrochenem Sonnenschein, von 4 Uhr Abends an etwas Regen.
Wind: NO.

Digitized by Google

20. April.

Leider fand sich am Abende dieses Tages, dass ein Theil der Kalilauge durch Spritzen in das Schwefelsäureglas übergegangen war, was das Resultat des Tages vereitelte, wesshalb wir sogleich weiter gehen wollen.

21. April.

1. Versuch mit Pflanze.
   a) Tagversuch.
      Quantum der durchgeströmten Luft: 96970 CC.
      Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,033 grm. = 16,704 CC.
      Verhältniss derselben zur Luft: 0,000172.
   b) Nachtversuch.
      Quantum der durchgeströmten Luft: 80230 CC.
      Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,047 grm. = 23,790 CC.
      Verhältniss derselben zur Luft: 0,000300.

2. Ohne Pflanze.
   a) Tagversuch.
      Quantum der durchgeströmten Luft: 42930 CC.
      Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,054 grm. = 27,233 CC.
      Verhältniss derselben zur Luft: 0,000637,
   b) Nachtversuch.
      Quantum der durchgeströmten Luft: 47980 CC.
      Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,030 grm. = 15,185 CC.
      Verhältniss derselben zur Luft: 0,000316.

Digitized by Google

3. Meteorologische Notizen.
Mittlere Temperatur: 12°,9.
Witterung: Bewölkter Himmel.
Wind: W.

Nach der Reduction der Luftversuche erhalten wir:

Tag.	Tageszeit.	Quantum der Luft in CC.	Ursprünglicher Gehalt an Kohlensäure.		Gehalt an Kohlensäure nach d. Durchgange.		Zu- oder Abnahme der Kohlensäure			
							während des Versuches.		während 24 Stunden.	
			grm.	CC.	grm.	CC.	grm.	CC.	grm.	CC.
April										
15.	Tag.	85930	0,087	44,167	0,014	7,086	−0,073	− 37,081	−0,182	−87,392
	Nacht.	140230	0,159	75.619	0,050	25,308	−0,109	− 50,311		
16.	Tag.	60360	0,056	28,313	0,021	10,629	−0,035	− 17,684	−0,044	−22,213
	Nacht.	73370	0,042	21,233	0,033	16,704	−0,009	− 4,529		
17.	Tag.	109920	0,093	47,047	0,026	13,160	−0,067	− 33,887	−0,130	−65,657
	Nacht.	128410	0,107	54,041	0,044	22,271	−0,063	− 31,770		
18.	Tag.	125410	0,182	92,019	0,062	31,382	−0,120	− 60,637	−0,134	−67,405
	Nacht.	121130	0,122	61,534	0,108	54,766	−0,014	− 6,768		
19.	Tag.	125400	0,112	56,706	0,042	21,259	−0,070	− 35,447	−0,076	−43,550
	Nacht.	107990	0,074	37,460	0,058	29,357	−0,016	− 8,103		
21.	Tag.	96970	0,122	61,740	0,033	16,704	−0,089	− 45,036	−0,092	−46,638
	Nacht.	80230	0,050	25,392	0,047	23,790	−0,003	− 1,602		
	Summe	1255350	1,206	605,271	0,538	272,416	−0,668	−332,855		

Hat bereits die Versuchsreihe II. uns das unzweifelhafte Resultat gegeben, dass die Kohlensäure der Atmosphäre durch die Vegetation vermindert wird, so tritt dieses in der nunmehrigen Reihe noch entschiedener hervor, da die Luft um mehr als die Hälfte ihres Kohlensäuregehaltes beraubt wird, was bei der frühern Reihe noch nicht der Fall war.

Trotz der günstigen Ergebnisse war die Pflanze doch nicht in einem so vollkommen gesunden Zustande, als wir wohl gewünscht hätten, denn schon nach 2 Tagen wurden 2 der untersten Blätter

Digitized by Google

merklich gelblich, welche Farbe sich immer mehr auf ihnen ausbreitete, so dass sie bis zum Ende des Versuches am Abfallen waren, während noch einige andere der ältern Blätter grössere oder geringere Spuren derselben Krankheit zeigten. Die jüngern besonders aber die halbentwickelten Blätter jedoch zeigten nicht nur keine Spur von Gelbsein, sondern die letztern hatten sich sogar während dieser Zeit besser ausgebildet und merklich vergrössert. Da nun trotzdem, dass die gelbgewordenen Blätter etwas von ihrem Kohlenstoffe verloren haben mussten, doch die Luft an Kohlensäure um mehr als die Hälfte abgenommen hat, so bleibt nichts anderes übrig, als dass die Consumtion der frischgebliebenen Blätter um so grösser gewesen sein müsse.

Saussure sagt: „Die Gegenwart oder vielmehr die Verarbeitung der Kohlensäure ist von der Vegetation der grünen Pflanzentheile im Lichte unzertrennlich; sie sterben, wenn man ihnen in dieser Lage die Kohlensäure entzieht.“ Wenn wir von diesem Satze ausgehen, so ist die Erklärung unserer Erscheinung bald gefunden.

Die Kohlensäure, welche unsere Pflanze nothwendig hatte, war nicht in hinlänglicher Quantität vorhanden, welcher Mangel sich natürlich zuerst an den ältesten Blättern kund geben musste, während die jüngern noch kräftigeren darunter weniger litten, und ihnen sogar das Verwelken der andern durch deren Aushauchen von Kohlensäure günstig war. Bei Viburnum Tinus trat der Fall des Gelbwerdens der Blätter nicht ein, weil dieselben bei dieser Pflanze eine festere mehr lederartige Substanz haben, und folglich unter die Klasse derer gehören, welche weniger Kohlensäure bedürfen, weil der ganze Respirationsprozess nicht so rasch von Statten geht, als bei dünneren zarteren Blättern, zu welcher wir die der Pelargonien rechnen dürfen.

Digitized by Google

Ausserdem fiel die vierte Reihe von Versuchen gerade in die Zeit, in welcher die Pflanzen wenigstens bei uns sich am raschesten entwickeln, und in Folge dessen auch mehr Kohlensäure nothwendig haben. Ebenso war auch diese vierte Versuchsreihe vom Wetter viel mehr begünstigt, als die zweite.

Alle diese Umstände lassen darauf schliessen, dass wenn es möglich gewesen wäre, bedeutend mehr Luft durch den Apparat strömen zu lassen, wir dieses Gelbwerden einzelner Blätter hätten vermeiden können. Wir erkannten zwar alsbald diesen Fehler und suchten ihn auch zu heben, doch mag das viel zu dem Unfalle des 20. April beigetragen haben.

Es ist dieses auch die Ursache, warum es nicht rathsam ist, Blätter oder Zweige, die im vollen Safte stehen, und von denen man also eine ganz energische Kohlensäurezerlegung erwarten sollte, zum Versuche anzuwenden, weil sie um so mehr Kohlensäurezufuhr bedürfen, je mehr sie im Safte stehen. Man hat also hier aus dem so eben angegebenen Grunde ein ungünstiges Resultat zu gewärtigen, es sei denn, dass man im Stande ist, viel Luft in recht kurzer Zeit durchzuleiten, und ebenso einen möglichst kleinen Glassturz zu nehmen, damit die Luft, welche durchströmt, mit der Pflanze in nähere Berührung gebracht werde, auf welche Weise man dann auch erfahren könnte, wieviel Kohlensäure überhaupt die Pflanzen in einer gegebenen Zeit aufzunehmen im Stande sind, was so unthunlich ist.

Dieser Umstand mag bei den Versuchen ohne Luftwechsel mitgewirkt und die ungünstigen Resultate derselben veranlasst haben. Die Pflanzen verderben erst dann, wenn man ihnen, während sie im Lichte stehen, keine Kohlensäure bietet; doch geschieht dieses

Digitized by Google

Verwelken, wenn anders das Gewächs nicht in einer unnatürlichen Lage sich befindet, nicht allseitig, sondern es sterben zuerst die ältesten Blätter, und diese entwickeln Kohlensäure, welche von den jüngern aufgenommen wird, so dass der Zustand der Luft sich während der Dauer des Versuches nahe gleich bleibt.

Sehen wir auf die Veränderung, welche die atmosphärische Luft bei den vorstehenden Versuchen erlitt, so ergeben sich folgende Ziffern:

a) vor dem Durchgange: am Tage 0,000539,
bei Nacht 0,000403,
b) nach dem Durchgange: am Tage 0,000162,
bei Nacht 0,000267.

V. Reihe von Versuchen, angestellt mit einem blühenden Exemplar einer Calceolaria.

Als wir die Frage, ob die grünen Blätter der Pflanzen die Kohlensäure der Atmosphäre aufnehmen oder nicht, entschieden bejahen zu dürfen glaubten, beschlossen wir, noch in ein paar Experimenten das Verhalten der blühenden Pflanzen zu untersuchen.

Was den gegenwärtigen Stand des fraglichen Punktes betrifft, so lautet seit Ingenhouss Versuchen das einstimmige Resultat, dass die Blüthen bei Tag sowohl als in der Dunkelheit Sauerstoff aufnehmen, und mit diesem aus ihrer eigenen Substanz Kohlensäure bilden, die sie dann aushauchen.

Die zu diesem Versuche verwendete Pflanze war eine Cal-

Digitized by Google

ceolaria, die am 24. Mai in den Apparat gebracht wurde, und ausser einer ziemlichen Anzahl von Blumenknospen 12 entwickelte Blüthen trug.

Bereits bei der ersten Versuchsreihe haben wir darauf aufmerksam gemacht, dass die Pflanzen bei dem Einbringen in den Apparat selbst bei der grössten Vorsicht etwas leiden. War damals dieser Umstand auch nicht sichtbar, so konnte man ihn an der unregelmässigen Respiration alsbald erkennen. Bei unserer nunmehrigen Versuchspflanze konnten wir doch trotz aller Sorgfalt, sie nicht zu beschädigen, nicht verhüten, dass sie nicht dem Schicksale verfallen wäre, wie die frühere; aber da sie bedeutend zarter ist, als das Viburnum, so war auch alsbald bemerkbar, dass die Blüthenstiele, die vorher ganz straff gewesen waren, nunmehr bedeutend unter ihrer Last sich beugten, und es schien fast, als werde die Pflanze verwelken.

Es wurde desswegen zur Zeit unterlassen, die von ihrer Berührung kommende Luft zu untersuchen.

Der Apparat erhielt insofern eine kleine Aenderung, als statt des grossen Glassturzes, der mit der kleinen Pflanze in keinem Verhältnisse stand, eine etwa 6000 CC. haltende Glocke genommen wurde. Der Holzboden des Apparates wurde zwar wie bei den frühern Versuchen mit Baumwachs ausgegossen, jedoch nicht alsbald die Glocke darüber gestürzt, sondern diese erst nach dem Erkalten aufgestellt und die Fugen mit Kitte verstrichen, um sie beliebig abnehmen und die abgefallenen Blumen herausholen zu können.

Wurde die durchgeströmte Luft auch nicht untersucht, so un-

Digitized by Google

terliessen wir doch nicht, ein gehöriges Quantum davon durchzuleiten, um das Verwelken der Pflanze möglichst zu verhindern.

Am 25. Mai Morgens hatten sich bereits die Blüthenstiele wieder aufgerichtet und das Gewächs erschien so frisch, als es am vorigen Tage vor dem Einbringen in den Apparat gewesen war. Nichtsdestoweniger wurde die Luft ununtersucht bis zum 28. Mai durchgeleitet, bis zu welchem Tage von den Blüthen 2 abgefallen waren, wogegen 8 andere sich geöffnet hatten, so dass wir nun mit 18 geöffneten Blüthen operirten; bis zum Ende des Versuches fielen wieder 3 ab, die aber durch frischentfaltete ersetzt wurden, was wohl als ein sicherer Beweis angesehen werden kann, dass unsere Pflanze sich in vollkommen gesundem Zustande befand.

Die Oberfläche einer Blüthe kann etwa 2,5 □″ betragen, also hatten wir in dem Versuche mit 47 □″ zu thun. Die Oberfläche der grünen Blätter betrug deren etwa 90.

Die abgefallenen Blüthen wurden aus dem Apparate jederzeit entfernt, doch dürfte es immerhin möglich sein, dass die eine oder die andere ein paar Stunden abgefallen liegen blieb, da wir doch nicht beständig gegenwärtig sein konnten.

Die erhaltenen Resultate folgen.

28. Mai.

1. Mit Pflanze.
   a) Tagversuch.
      Quantum der durchgeströmten Luft: 65330 CC.
      Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,037 grm. = 18,728.
      Verhältniss derselben zur Luft: 0,000287.

Digitized by Google

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 26690 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,020 grm. = 10,123 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000379.

2. Ohne Pflanze.

a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 38780 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,038 grm. = 19,234 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000496.

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 38870 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,034 grm. = 17,210 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000443.

3. Meteorologische Notizen.
Mittlere Temperatur: 7°,4.
Witterung: Bedeckter Himmel, Abends Regen.
Wind: O.

29. Mai.

1. Mit Pflanze.

a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 69950 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,031 grm. = 15,691 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000224.

Digitized by Google

b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 42890 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,033 grm. = 16,703 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000389.

2. Ohne Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 38660 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,033 grm. = 16,704 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000432.
b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 38750 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,039 grm. = 19,741 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000469.

3. Meteorologische Notizen.
Mittlere Temperatur: 8°,3.
Witterung: Bewölkter Himmel. Wind: NO.

30. Mai.

1. Mit Pflanze.
a) Tagversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 82500 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,050 grm. = 25,308 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000307.
b) Nachtversuch.
Quantum der durchgeströmten Luft: 32360 CC.
Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,021 grm. = 10,692 CC.
Verhältniss derselben zur Luft: 0,000329.

Digitized by Google

2. Ohne Pflanze.

a) Tagversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 38730 CC.

Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,042 grm. = 21,258 CC.

Verhältniss derselben zur Luft: 0,000549.

b) Nachtversuch.

Quantum der durchgeströmten Luft: 38650 CC.

Quantum der aufgefangenen Kohlensäure: 0,033 grm. = 16,704 CC.

Verhältniss derselben zur Luft: 0,000432.

3. Meteorologische Notizen.

Mittlere Temperatur: 11°,2.

Witterung: Bewölkter Himmel.

Wind: NO.

Nach der Reduktion der Versuche ohne Pflanze erhalten wir:

Tag	Tageszeit. *)	Quantum der Luft in CC.	Ursprünglicher Gehalt an Kohlensäure.		Gehalt der Luft an Kohlensäure nach dem Durchgange.		Zu- oder Abnahme der Kohlensäure			
							während des Versuches.		während 24 Stunden.	
			grm.	CC.	grm.	CC.	grm.	CC.	grm.	CC.
Mai.										
28.	Tag.	65330	0,064	32,402	0,037	18,728	—0,027	—13,674	—0,030	—14,367
	Nacht.	26690	0,023	11,816	0,020	10,123	—0,003	— 1,693		
29.	Tag.	69950	0,060	30,224	0,031	15,691	—0,029	—14,533	—0,036	—17,940
	Nacht.	42890	0,040	20,110	0,033	16,703	—0,007	— 3,407		
30.	Tag.	82500	0,089	45,284	0,050	25,308	—0,039	—19,976	—0,046	—23,331
	Nacht.	32360	0,028	13,984	0,021	10,629	—0,007	— 3,355		
	Summe	319220	0,304	153,820	0,192	97,182	—0,112	—56,638		

*) Auch hier wie früher nicht buchstäblich zu nehmen. Die Wägungen wurden etwa 8 Uhr Morgens und 7 Uhr Abends vollzogen.

Digitized by Google

Der Gehalt der Luft an Kohlensäure war:

a) vor dem Durchgange bei Tage: 0,000492,
bei Nacht: 0,000448,

b) nach dem Durchgange bei Tage: 0,000273,
bei Nacht: 0,000366.

Vergleichen wir dieses Resultat mit dem in der Zeit zunächst stehenden der Reihe IV., so finden wir alsbald, dass verhältnissmässig weniger Kohlensäure absorbirt wurde, denn während bei IV. sich die absorbirte Kohlensäure zu der Gesammtmenge derselben verhielt wie 333 : 605 (annähernd 5: 9) haben wir in der Reihe V. 2: 5, also bedeutend weniger.

Ist der Einfluss der Blüthen auf die Atmosphäre hier auch nicht zu verkennen, so zeigt uns andererseits der Umstand, dass doch die Pflanze noch mehr Kohlensäure aufgenommen, als abgegeben, dass dieser Einfluss der Blüthen nicht so bedeutend sei, als man ihn gewöhnlich sich vorzustellen pflegt, und es dürfte dieses wohl ein Beleg der Richtigkeit der Liebig'schen Ansicht sein, welcher zufolge alle diese Aushauchungen nur dem Einflusse des Sauerstoffes der Luft auf die organischen Wesen überhaupt zuzuschreiben ist, und die darin keinen nothwendigen Akt der Vegetation sieht.

Der Theorie Liebig's scheint allerdings die starke Aushauchung zu widersprechen, die wir in der Reihe III. erhalten haben, doch ist dabei zu bemerken, dass die Oberfläche des Viburnum 10 bis 12 mal so gross war, als die der Calceolaria.

Wir unterliessen, dieselbe zu bestimmen aus dem Grunde, weil es uns zur Zeit nur darum zu thun war, einen Beweis zu liefern, dass die Pflanzen die Kohlensäure der Luft absorbiren, ohne wenigstens für jetzt bestimmen zu wollen, wieviel sie aufzunehmen vermögen, in welch letzterem Falle eine annähernde Angabe der Oberfläche allerdings nöthig gewesen wäre.

Digitized by Google

Das Resultat der Reihe V. berechtigt uns sonach zu dem Schlusse, dass blühende Pflanzen, die ausser den Blumenblättern auch noch grüne tragen, zwar weniger Kohlensäure aufnehmen als sonst, aber doch die Aushauchung derselben die Einnahme nicht übertreffen lassen.

Nach der Untersuchung der grünen und der Blumenblätter wäre eigentlich noch übrig gewesen, das Verhalten der Früchte und der Rinde (beide im nicht grünen Zustande) sowie auch das der Wurzeln dem Experimente zu unterwerfen.

Bezüglich der Früchte haben wir deren, was Farbe, Zusammensetzung und Verhältniss der Masse zur Oberfläche anbelangt, eine ausserordentliche Verschiedenheit, während die Blüthenblätter, wenn auch noch so verschieden in Gestalt und Farbe doch eher nach demselben Muster konstruirt sind, es lässt sich daher bei ihnen ein sehr abweichendes Resultat erwarten.

Wir unterliessen daher die Untersuchung derselben, da die Ergebnisse einiger weniger Arten, selbst wenn wir ihr Verhalten durch alle Stadien ihrer Entwicklung verfolgt hätten, doch nie zu einem allgemeinen Schlusse berechtigen würde.

Wollte man sich mit einer Schätzung des Einflusses der Früchte begnügen, so könnte man von den Saussure'schen Versuchen ausgehen. Nach diesen scheint die Aktion des Sauerstoffes auf die Pflanzen mit der Oberfläche zuzunehmen, wenigstens weist die von ihm beobachtete Stufenleiter rücksichtlich der Absorption des Sauerstoffes darauf hin, da sie wächst, wenn man von den fleischigen Blättern zu den immergrünen und dann zu den abfallenden übergeht. Nun sind aber gerade die Früchte solche organische Produkte, die im Verhältnisse zur Masse nur wenig Oberfläche haben, und es ist daher sehr wahrscheinlich, dass ihr Einfluss auf

Digitized by Google

die Atmosphäre nur ein ganz unbedeutender sei, wenn man auch annimmt, dass während des Reifens behufs der Bildung von Zucker u. s. w. aus den vegetabilischen Säuren Sauerstoff absorbirt und Kohlensäure ausgehaucht wird, da diese Zeit im Vergleiche zur ganzen Vegetationsperiode doch sehr klein ist.

Was die Rinde anbelangt, so wäre ihr Einfluss wohl zu *untersuchen*, wenn man im Winter eine entlaubte Pflanze dem Experimente unterwirft, doch dürfte es etwas schwieriger sein, ihn zu *finden*.

Wir sehen nämlich die ganze Wirkung dieser Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe vor Augen in dem Verwittern der Rinde, welches offenbar ein Resultat dieser Aktion ist. Aber wie unbedeutend ist dieses, wenn wir bedenken, wie lange eine Rinde am Baume zum Verwittern braucht!

Jedenfalls ist die Wirkung dieser Kohlensäureexhalation geringer, als deren Aufnahme durch die grünen Blätter, selbst dann noch, wenn die Pflanze blüht, da unsere einschlägigen Versuche eine Abnahme der Kohlensäure ergaben, obwohl die Pflanzen eine Rinde hatten, welche allerdings Kohlensäure ausgeathmet haben kann.

Die Versuche, welche Saussure über diesen Gegenstand veröffentlicht hat, zeigen wohl eine starke Aufnahme von Sauerstoff, sind aber alle mit entlaubten Zweigen gemacht, und die erhaltene Reaction kann daher füglich den Wunden, die bei dieser Operation entstanden, zugeschrieben werden.

Ebenso wenig können die Versuche mit abgeschnittenen Wurzeln einen Schluss zulassen; ja es dürfte wohl schwer möglich sein, eine Untersuchung der Einwirkung der Wurzeln auf die Atmosphäre anzustellen, ohne dieselben ihrer naturgemässen Stellung zu berauben. Wir haben hierüber Untersuchungen von Saussure, welche zeigen, dass dieselben Sauerstoff absorbiren, ihn in Kohlen-

Digitized by Google

säure umwandeln, und diese dann den Gefässen entlang in die Blätter leiten, wo sie wieder reducirt wird.

Die Art, wie Saussure zu diesem Resultate kam, war die, dass er eine bestimmte Quantität Luft und etwas Wasser unter einem Recipienten mit Quecksilber absperrte, und dann ein Exemplar von Knöterich so anbrachte, dass es mit dem Wurzelende in die abgesperrte mit dem Blätterende in die freie Luft reichte, wobei der Sauerstoff der abgesperrten Luft allmählig verschwand. Bei Pflanzen, die gänzlich in dem Recipienten waren, blieb die Luft unverändert. Dass die Wurzeln keine Kohlensäure, sondern nur Sauerstoff einathmen, schloss Saussure daraus, dass kleine Rosskastanienbäume, die der Blätter beraubt waren, und deren Wurzeln sich in einer Atmosphäre von Kohlensäure befanden, nach einigen Tagen zu Grunde gingen, ohne die umgebende Luft zu vermindern, also ohne etwas davon aufzunehmen.

Es lässt sich wohl manches gegen diese Versuche einwenden, denn kann man wohl erwarten, dass Pflanzen bei einer solchen Behandlung sonderlich gedeihen werden? Wenn eine Wurzel in der Luft, also ihrem ursprünglichen Elemente entfremdet, vegetirt, so muss sie Rückschritte machen, d. i. Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure abgeben, wie es auch die grünen Blätter in widernatürlicher Stellung thun, da ein kleiner Antheil Wasser, der zugleich in dem Recipienten sich befindet, das Ungünstige der Stellung nicht aufzuheben vermag. Wenn Pflanzen mit ihrem Aufwuchse in reiner Kohlensäure vegetiren müssen, gehen sie zu Grunde;*) kann man etwas anderes von ihnen erwarten, wenn ihre Wurzeln sich in derselben befinden und ihre Blätter abgerissen sind? Ist es wohl wahrscheinlich, dass die ganze Respiration der Wurzeln nur dazu

*) Saussure l. c. p. 31.

Digitized by Google

da ist, um den Blättern etwas zu thun zu machen, nämlich Kohlensäure zu bilden, die die Blätter wieder zerlegen müssen?

Den, wie es scheint, einzigen richtigen Weg, sich hierüber Licht zu verschaffen, hat Davy eingeschlagen, indem er, wie bereits oben erwähnt, ein Stück Rasen in mit Kohlensäure imprägnirtem Wasser unter einer Glocke vegetiren liess, wobei eine starke Zunahme von Sauerstoff stattfand, was auf eine Aufnahme des kohlensauren Wassers durch die Wurzeln schliessen lässt, wodurch sich nicht ein gegenseitiges Aufheben der Wirkung von Wurzel und Blatt, sondern eher ein in die Händearbeiten derselben ergibt, was auch offenbar dem Gange von Erscheinungen der Pflanzennatur mehr conform ist.

Da die Wurzel nicht wie das grüne Blatt bald im Lichte, bald in der Dunkelheit sich befindet, sondern im naturgemässen Zustande beständig von der letztern umhüllt ist, so können wir auch nicht zweierlei Verhalten derselben gegen den Luftkreis annehmen, wie bei den Blättern, und wir sind daher zu dem Schlusse berechtigt, dass die gesunden Wurzeln beständig Kohlensäure aus dem Wasser aufnehmen, die dann von den Blättern zerlegt wird. Eine Ausathmung von Kohlensäure wird nicht stattfinden, wenn die Wurzel nicht von der Pflanze getrennt ist, oder sonst kränkelt.

Nach Zusammenstellung aller dieser Thatsachen lässt sich nur mit Sicherheit der Satz aufstellen, dass die Pflanzen bedeutend mehr Kohlensäure und damit Kohlenstoff aus der Luft erhalten, als an sie abgeben und es übrigt nun nur noch, zu zeigen, dass der Sauerstoff der Luft dadurch, dass die Pflanzen in derselben respiriren, vermehrt wird.

Ohne darüber eigene Untersuchungen angestellt zu haben, kön-

Digitized by Google

nen wir doch mit aller Zuversicht den Satz aufstellen, dass die Luft, welche an äussern Pflanzen vorbeiströmte, an Sauerstoff wenigstens in demselben Maasse zunahm, dass sie an Kohlensäure verlor.

Der bei weitem grösste Theil der Pflanze besteht aus Verbindungen, in denen sich Sauerstoff und Wasserstoff in dem Verhältnisse der Wasserbildung befinden. Wir können uns daher diese Stoffe zusammengesetzt denken aus n (H_2O) + C., wo n irgend eine ganze oder gebrochene Zahl bedeutet und durch dessen Aenderung eine Verbindung in die andere übergeht. Den Wasserstoff kann die Pflanze nur aus dem Wasser erhalten, und sie bekommt mit diesem so viel Sauerstoff, als sie bedarf, nimmt sie aber noch Kohlensäure auf, so muss offenbar soviel Sauerstoff frei werden, als die aufgenommene Kohlensäure enthielt, wenn eine organische Verbindung, wie Zucker, Stärke u. dgl. entstehen soll.

Es bestätigt sich daraus der oben ausgesprochene Satz.

Die Pflanze kann aber noch mehr Sauerstoff aushauchen, als der durch die Blätter aufgenommenen Kohlensäure entspricht, weil auch die Wurzeln nicht unthätig bleiben und den Blättern durch Zuführung von kohlensaurem Wasser förderlich sind.

Es dürfte jedoch sehr schwierig sein, diese feinen Unterschiede nachzuweisen, wenn auch die Eudiometrie heutzutage einen sehr hohen Grad von Ausbildung erlangt hat, und man wird sich mit der unumstösslichen Wahrheit des ausgesprochenen Satzes begnügen müssen.

Aus den vorstehenden Untersuchungen sind wir daher berechtigt, uns für die vollkommene Richtigkeit der Priestley'schen Ansicht auszusprechen.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google